# Zur Geologie Vardarisch-Makedoniens (Jugoslawien), zum Problem der Pelagoniden

Von Walter Medwenitsch, Wien

Mit 11 Abbildungen im Text und auf 2 Tafeln und 2 Beilagen

(Vorgelegt in der Sitzung am 19. März 1956)

## Inhalt.



Diese vorliegende Arbeit soll Rechenschaftsbericht über unsere Arbeiten in den Sommern 1953 und 1954 sein. Unsere Aufgabe war es, den geologischen Bau Jugoslawisch-Makedoniens regional-geologisch zu untersuchen. Hier werden die Hauptergebnisse gemeinsamer Arbeit, gemeinsamer Beobachtung von K. Jenko, J. Pendžerkovski, B. Sikošek und W. M. vorgelegt. Eine gemeinsame Arbeit soll mit den Detailuntersuchungen, vor allem mit den petrographischen, im nächsten Jahr bekannt machen. Die Geologie Makedoniens ist eng mit dem Problemkreis des pelagonischen Kristallins, der Pelagoniden, verknüpft. Die Linie von Peć trennt die kristallinen Serien der Helleniden Makedoniens vom Kalkhochkarst der Dinariden s. str. Tieferer Bauplan in den Pelagoniden taucht südlich der Linie von Peć auf. Diese sind mit ihren Zentralgraniten und -gneisen, mit ihrer Schieferhülle von absteigend metamorphem Altkristallin umrahmt und so in ihrer Stellung als tiefster Gebirgsstamm der Dinariden s. l., als Metamorphiden gesichert. Alpines Alter dieser Metamorphiden kann wahrscheinlich gemacht, aber nicht durch Fossilien belegt werden. Wir sehen aber auch unsere Arbeit in dem Sinne, daß sie Probleme aufwirft, wieder in Erinnerung ruft, die in kommender, intensiver Detailarbeit gelöst oder wenigstens einer Lösung nähergebracht werden sollen.

## A. Einleitung.

Nach Abschluß der Arbeiten im Unterengadiner Fenster bot sich mir 1953 über Vermittlung von Herrn Prof. Dr. L. Kober die Gelegenheit, Jugoslawisch-Makedonien geologisch zu bereisen. Ich verdanke diese Einladung der Serbischen Akademie der Wissenschaften und ihrem Sekretär der Naturwissenschaftlichen Klasse und Vorstand des Geologischen Institutes, Herrn Prof. Dr. K. V Petković. Durch Beistellung von Jeep, Fahrer und Begleitung wurde diese Bereisung durch den Geološki Zavod Makedonije in Skopje tatkräftigst gefördert. Direktor B. Filipovski und Chefgeologe Dr. K. Jenko erkannten den Wert regionaler, tektonisch orientierter Arbeit auch für die praktische Geologie, und so konnte ich 1954 meine Arbeiten auf Einladung des Geološki Zavod Makedonije in Makedonien fortsetzen und zu einem gewissen Abschlusse bringen. Praktische Arbeit während der Monate August bis September 1956 bot mir willkommene Gelegenheit, unsere bisher gewonnenen Kenntnisse im Detail anzuwenden, zu überprüfen und weitere wertvolle Anregungen zu empfangen. Wünschenswert scheint mir noch die Verfolgung der Geologie Makedoniens nach Griechenland, in naher Zukunft vielleicht doch noch zu realisieren.

1953 begleiteten mich Dr. Kurt Jenko (Skopje), Jordan Pendžerkovski (Skopje) und Boris Sikošek (Beograd), 1954 nur Dr. K. Jenko und J. Pendžerkovski. 1953 arbeiteten wir 7 Wochen, 1954 4 Wochen, wobei an die 5000 km im Jeep zurückgelegt wurden. An die 25.000 km² wurden bereist.

Unsere gestellte Aufgabe war es, womöglich eine tektonische Zonengliederung der Geologie Makedoniens zu geben.

Die wichtigsten Fahrtrouten und Profile in den einzelnen zu besprechenden Zonen wurden angegeben.

Nach diesem Vorbericht soll noch eine gemeinsame Arbeit mit unseren Detailbeobachtungen bekannt machen.

Eine angenehme Pflicht ist es mir, den Initiatoren dieser Arbeit, Prof. Dr. L. Kober, Prof. Dr. K. V Petković, Dir. B. Filipovski, für ihre Förderung und tatkräftige Unterstützung ergebenst zu danken. Herzlichst gedenke ich auch der freundlichen Aufnahme und Hilfe durch die Kollegen der beiden jugoslawischen Institute und vor allem meiner Reisegefährten[1].

Unvergeßlich war in Makedonien der Gesamteindruck: Geologie und Landschaft, Land und Leute.

## B. Problemstellung und Abriß der Erforschungsgeschichte.

„Pelagoniden" ist unser geologisch-tektonischer Begriff für das Gebiet, begrenzt von Vardar und der Senke von Bitola; gekennzeichnet durch Granite und Gneise und mächtige, bisher als Paläozoikum bezeichnete Marmor- und Schieferserien: „Zentral-

[1] Prof. Dr. E. Clar danke ich bestens für die kritische Durchsicht des Manuskripts. Meinen Freunden Dr. K. Jenko und J. Pendžerkovski danke ich für den gleichen Dienst, wie für die Abfassung der serbokroatischen Zusammenfassung. Herrn Prof. Dr. Ch. Bacon verdanke ich die Übersetzung der Zusammenfassung ins Englische.

gneis“ und „Schieferhülle“ (F. Kossmat, 1924, 77); im Osten anschließend an Vardarzone und Rhodopemasse, im Norden, Süden und Westen an Ljubotenkristallin und Korab-Peristerzone. Diese „Pelagoniden“ beginnen bei Skopje, tauchen südlich der Šar planina auf und streichen in NNW—SSE-Richtung nach Griechenland; sie enden aber wenige Kilometer südlich der Grenze im Gebiet Ostrovo-Edessa. Der Olymp zählt bereits zum Altkristallin.

L. Kober 1952 (65) betont, daß die Pelagoniden eine Zentralstellung in den Helleniden Jugoslawiens haben:

„Sind die Pelagoniden Metamorphiden, also Penniden, so ist der ganze Gegensatz im Bau der Nord-, der Süddinariden Jugoslawiens verständlich. Das Problem Dinariden—Helleniden findet eine ‚klare Lösung‘ Die Senke von Peć ist eine Grenze von der Art der Rheinlinie an der Grenze von West- und Ostalpen. Die Helleniden mit dem vielen Metamorphikum wären den Westalpen gleich, die Dinariden mit dem vielen Kalkgebirge den Ostalpen. Dann lägen die Dinariden über den Helleniden. Dann tauchen die Helleniden an der Linie von Peć unter die Dinariden des Nordens hinab. Dann haben aber diese komplizierten Bau. Dann muß bei Peć noch unter den Kalktafeln der Dinariden das hellenide Metamorphikum in irgendeiner Art vorhanden sein. Dann versteht man auch die Großüberschiebung der Merdita-Decke durch die Albanische Tafel“ (L. Kober 1952, p. 12)[2].

In Abb. 1 ist eine Skizze aus F. v. Nopcsas Arbeit „Geologische Grundzüge der Dinariden“ 1921 (102) wiedergegeben. Darauf bilden Rhodope und pelagonisches Massiv eine Einheit. Die Vardarzone ist in ihrer Stellung noch nicht erfaßt. Doch sehen wir die dinarischen Außenzonen ähnlich dargestellt, wie auf späteren Kartenskizzen.

Die erste geschlossene Darstellung der Geologie Makedoniens, der Geologie der Pelagoniden, gibt F. Kossmat 1924 in seiner „Geologie der zentralen Balkanhalbinsel“ (77). „Pelagonisches Massiv“, „Vardarzone“, „Trojarci Serie“, „Veles Serie“ u. a. werden als geologisch-tektonische Begriffe geprägt und umrissen. Durch die Vardarzone, einer Schuppenzone aus paläozoischen und mesozoischen Gesteinen, ist die pelagonische Masse „tektonisch völlig von der Rhodope geschieden“. Sie spielt die Rolle eines selbständigen Kerngebietes nach Art des Gotthard- und Montblanc-Massivs der Westalpen“ (p. 65). Bau und Metamorphose dieses kristallinen Grundgebirges sind durch alte (variszische) gebirgsbildende Bewegung bedingt, sind älter als die eigentliche dinarische Faltung;

[2] Das Verständnis dieser angeführten Begriffe wird durch die Tektonogramme in Abb. 2 (Seite 403), in Abb. 10 (Seite 447) und in der Beilage erleichtert.

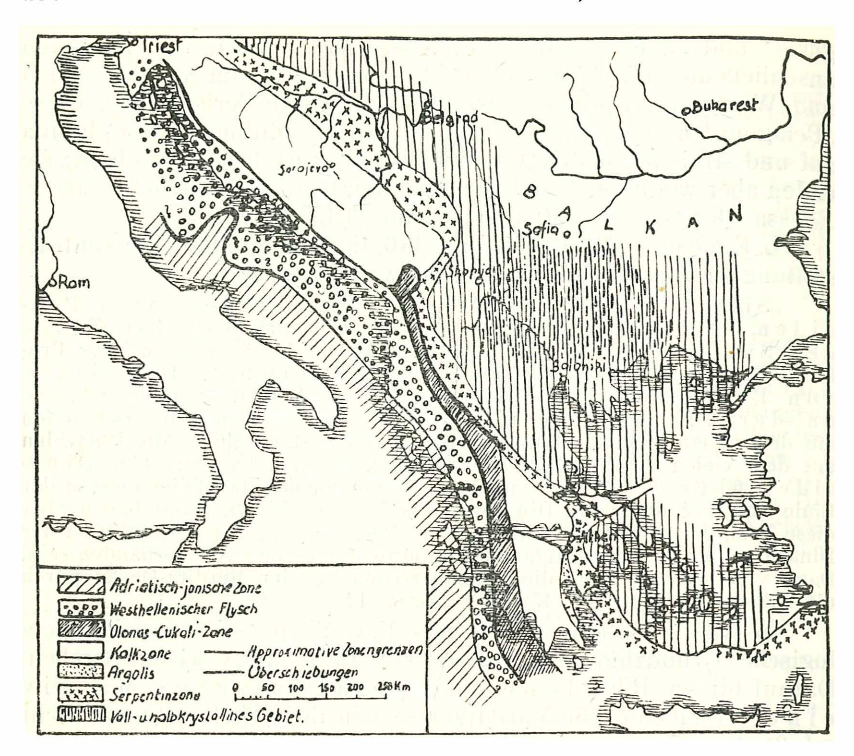



Abb. 1. Geologisch-tektonische Skizze des südöstlichen Balkans (Fig. 1 aus F. v. Nopcsa 1921, 102).

dadurch wäre auch die Metamorphose der Schiefer-Marmor-Serien und die Vergneisung der Granite zu erklären. Gegen Ende dieser orogenen Periode kommen noch Granitintrusionen, die nicht mehr gneisig deformiert sind.

„Die obere Kreide fand bereits ein ungleichmäßig denudiertes Faltengebiet vor, dessen allgemeinen Bau wir uns wohl in der Hauptsache als flach wellenförmig, etwa nach Art der erzgebirgischen Gneiskuppel, vorstellen müssen. Der nachgosauischen Faltung verdankt nicht nur der Oberkreidezug, sondern auch die Elenschuppe, der Marmorzug Melnica—Trojarci und die steile Antiklinale des Kalabak die jetzige Erscheinungsform. Dadurch erklärt sich auch der vorgetäuschte Parallelismus des alten Gebirges und seiner transgredierenden Einfassungszone" (F. Kossmat 1924, 77, p. 75).

Besonders verweist F. Kossmat auf das Problem, daß im Westen des pelagonischen Massivs nicht die hochmetamorphen Schiefer-Marmor-Serien über dem Zentralgneis liegen, die man im

# TEKTONOGRAMM: VARDARISCH - MAKEDONIENS

Unter Benützung der Geologischen Übersichtskarten von K. V. PETKOVIĆ 1931, V. MIKINČIĆ 1953 auf Grund einer Übersichtsbereisung von K. JENKO, W. MEDWENITSCH, J. PENDŽERKOVSKI und B. SIKOŠEK 1953 - 1954 entworfen von W. MEDWENITSCH 1954/55.

N

BULGARIEN

ALBANIEN

GRIECHENLAND

RHODOPE

DINARIDEN

W

140 km, 100 km, 50 km, 30 km, 10 km, 10 km, 30 km, 50 km, 100 km, 150 km, 200 km

Carevo Selo 601, Kratovo 646, Zletovo, Bregalnica, Berovo, Kumanovo 334, Pčinja, Bogoslovac, Štip 315, Ljuboten 2496, Crni V. 2582, SKOPJE 262, Vardar, Prizren 410, Radusa, Turčin 2702, Tetovo 470, Kitka 1569, Lisac 1934, Titov Veles 173, Negotino, Ogražden 1744, Strumica 240, Dojransko Ezero, Gostivar, Demir Kapija, Kavadarci 345, Devdelija 106, Brod, Tajmište, Kičevo, Kruševo, Trojaci, Babuna, Pletvar, Debar, Prilep, Crna R., Svan, Bitola 584, Struga, Ohrid 701, Ohridsko Ezero, Pelister 2600, Prespansko Ez.

VAR, RHOD, R, PEL, Ko-Per, Lj, F, D

## DINARIDEN s.l. = HELLENIDEN s.str.

### DEBARZONE = DINAR. KALKALPEN D

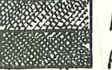
Mesozoikum (Werfener Schf. - Gosau) + Han bulog - Kalk.

### KORAB - PERISTERSERIE: Ko-Per



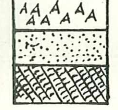
Kalkiges Mesozoikum (schwach metamorph).
Paläoz. kalkige Schiefer (Devon fossilbelegt, perm. Debargips).
Paragneise, Amphibolite } Perister - Dach.
Peristergranit.

### LJUBOTENDECKE = KRUŠEVO GNEISKEIL = ELENSCHUPPE: Lj



Marmore, Glimmerschiefer (Paläozoikum ?)
Altkristallin (Para-, Ortho-); Orthogneismylonite, - diaphthorite (im Kruševo - Gneiskeil).

### VARDARZONE: VAR



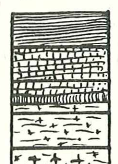
Trachyandesite und ihre Tuffe.
Oberkreide - Gosau (transgressiv).
Mesozoische Kalke, z.T. schwach metamorph; Jurakalk v. Demir Kapia (fossilbelegt).
Paläoz. Schiefer + Grünschiefer.
Ophiolithe (Grünschiefer, Serpentin).

### RADUŠADECKE: R



Paläoz. Schiefer ?, Žedenkalk u. - dolomit, Serpentin, mesoz. Kalkglimmerschiefer (Turčin).

### PELAGONIDEN: PEL



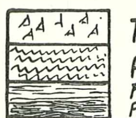
Obere Schieferhüllserie (Trojarci S., Jura - Kreide ?)
Untere Schieferhüllserie (Pletvarmarmor, Trias ?)
„Altes Dach" (Mischgn., Amph., Granat - Staurolith - Gl.schf.)
Pelagonide Gneise.
Pelagonide Granite (Prilep - Granit)

## RHODOPIDEN

### FURKA - RANDZONE: F

Mesozoikum (kalkig)
Paläozische Schiefer + Grünschiefer.
Serpentin.
Paragneise.

### RHODOPE: RHOD



Trachyandesite (als Jüngstes: Basalte).
Paläozoische Schiefer.
Paragneise, Amphibolite } Rhodopedach.

Osten beobachtet, sondern Karbonschiefer, Grauwacken und Tonschiefer.

Einen ähnlichen Standpunkt in der Pelagonidenfrage wie F. Kossmat vertritt auch K. V. Petković, vermittelt in zahlreichen Diskussionen, doch nicht geschlossen dargestellt. K. V. Petković gab auch die geologische Übersichtskarte Jugoslawiens 1 : 1,000.000 1930/31 (118) heraus.

Nach K. V. Petković bilden die Pelagoniden einen horstartigen Kern in Antiklinalstellung, ummantelt von paläozoischen und mesozoischen Hüllgesteinen. Diese wären östlich, westlich, nördlich und südlich erhalten, im Zentralraum, im Antiklinalscheitel, aber abgetragen. Auch könnten diese Hüllserien abrutschen und so sekundär das Bild eines „Fensters“ hervorrufen. Die pelagonische Masse wäre prinzipiell das gleiche wie die Rhodopemasse, aber tektonisch stärker beansprucht und daher auch metamorph. Sie wird durch eine tektonische Linie erster Ordnung, der Vardarzone, von der Rhodopemasse getrennt. Die Vardarzone möchte K. V. Petković als Grabenbruchsystem, als Grabenzone sehen und dabei dieselben modernen, amerikanischen Erklärungen heranziehen, die für die Bruchzonen Ostafrikas Anwendung finden. Die Hüllgesteine der pelagonischen Masse hätten West der Kuppel Bewegung nach Westen, Ost der Kuppel Bewegung nach Osten mitgemacht. Die Rhodopemasse wird von K. V. Petković nach L. Kober 1914—1942 (57—64) als Zwischengebirge und nicht als Bestandteil der Balkaniden (L. Kober 1952, 65) angesehen. Die Vardarzone, im Bereiche Makedoniens steilgestellt, soll in Griechenland zur flachen Synklinale werden. So sollen sich auch Rhodopemasse und pelagonisches Massiv nach K. V Petković im Raume von Saloniki, im Raume des Ägäischen Meeres, vereinigen. Dieser Umstand wird als wichtiger Beweispunkt gegen eine Fensternatur der Pelagoniden ins Treffen geführt, obwohl wir in keiner neueren geologischen oder tektonischen Karte diese Vereinigung bestätigt finden.

L. Kober 1931 (63) vermutet Metamorphiden, also Pennin, im pelagonischen Massiv.

1952 äußert sich L. Kober (65) zum Problem der Pelagoniden, auszugsweise wiedergegeben, wie folgt:

„Die Zentraliden könnten im Vardartale auch an Interniden grenzen, also noch an Teile des Zwischengebirges. Die Möglichkeit ist besonders im unteren Vardartale im Auge zu behalten ... Die Helleniden sind im typischen Profile um Prilep an die 150 km breit. Granite treten hervor, dann Marmore. Schiefer formen weite Flächen. Alles Gestein gilt als alt. Kein Mesozoikum ist zu erkennen. Die ganze Zone der Pelagoniden — Peristeri miteingerechnet — ist typisches mesometamorphes Gebirge. Die Gebirge gelten als paläozoisch, aber auch präkambrisch. So läge vor allem variszische Orogenese, variszische Metamorphose vor. So lägen also in den Pelagoniden Varisziden vor, die natürlich alpin überarbeitet worden sind. Das wäre eine einfache Lösung des Problems des pelagonischen Massivs und der Probleme der Trojarci-, der Veles-serie.

... So tritt an uns die Frage heran: Ist das zentrale Metamorphikum wirklich eine Einheit oder liegen hier zwei oder mehrere Serien vor? Sehen

wir hier nicht zu einfach, wo doch komplexer Bau vorliegt? So ist hier äußerste Vorsicht am Platze. So ist die Frage berechtigt: Liegt hier vielleicht auch Penninikum vor? Ist das pelagonische Massiv nicht das ‚Tauernfenster der Helleniden‘ Jugoslawiens?

Dieses Grundproblem jugoslawischer Geologie a priori abzulehnen, es zu verneinen, ist eine sehr einfache Lösung des pelagonischen Problems. Die Pelagoniden haben nun einmal eine Zentralstellung in den Helleniden Jugoslawiens...

...Ich halte es für wahrscheinlich, daß die Ljubotenserie auf der Lepenacserie liegt, dieser also aufgeschoben ist . . Diese Ljuboten-Kara-Dagh-Serie liegt zweifellos über dem Kristallin der Babuna, also über dem ‚pelagonischen Massiv‘ Diese Serie liegt aber auch unter der Ophitserie des Vardartales...

Man muß demnach heute schon die ‚Pelagoniden‘ in 3 Serien auflösen: in die Korabiden, in die Pelagoniden i. e. S. und in die Ljubotiden: Ihnen folgen die ‚Vardariden‘ als komplexe Ophitgrenzzone gegen die Balkaniden. Eine Rhodope-Masse als Zwischengebirge existiert nicht in diesem Profile. Die Rhodope ist Südbalkan... Das ‚pelagonische Massiv‘ ist typischer Bestandteil der Helleniden, also Glied des dinarischen Stammes. Es ist nicht Teil der Rhodopemasse. Mit dieser hat es gar nichts zu tun. Die Rhodopemasse ist durch die ‚Vardarzone‘ absolut vom Pelagon-Massiv geschieden, Rhodope und Pelagon trennt die dinarisch-balkanische Narbe des Vardartales. Darüber kann nicht der geringste Zweifel bestehen, so auch nicht in der Arbeit von F. Kossmat.

Ist also hier ein ‚Tauernfenster‘ vorhanden, dann kann dieses nur in den eigentlichen Pelagoniden um Prilep zu sehen sein. Dann sind die Pelagoniden Metamorphiden. Dann sind die Korabiden eine Zwischenzone zu den Merditiden. Dann sind die Ljubotiden ostalpine Decke, also typische Zentraliden. Dann sind diese Zonen höhere Schubmasse, dann sind die Ljubotiden gleich der Kalkdecke der Norddinariden. Dann sind die Vardariden gleich den Bosniden. Dann ist diese Schubmasse von regionaler

---

Erklärung zu nebenstehender Abbildung.

Abb. 2. Ausschnitt: Das alpine Orogen Jugoslawiens, Leitlinien (L. Kober 1952, 65).

IRO = Innere Radophitzone; ERO = Äußere Radophitzone (typisch in Merdita-Decke); JA = Adriatisch-jonische Außenzone. Die albanische Scharung trennt Dinariden DI von den Helleniden HE. PZ = Zwischengebirge der pannonischen Masse. In den Dinariden: T = Trias, KA = Karbon, TJ = Trias und Jura, C = Kreide, F = Flyschzone, N von Titograd. In der Wardarregion: T = Trias, K = Altkristallin, P = Paläozoikum. KV = Karpathisches Vorland: BV = Balkanisches Vorland. DF = Donaufenster. AKR = Altkristallin der Stammdecke der Balkaniden, PM = Paläozoikum und Mesozoikum, M = Mesozoikum im Vorbalkan. Städtenamen wie: B = Beograd, P = Požarevac, N = Negotin, V = Vidin, S = Sofia, P = Petrovac, K = Kragujevac, C = Čačak, N = Nikšic, T = Titograd, S = Skadar, P = Peć, P = Priština, P = Prizren, T = Tetovo, D = Debar, O = Ohrid, K = Kičevo, B = Bitola, P = Prilep, V = Titov Veles, S = Skopje, K = Kumanovo, D = Dzumaja.

Natur . Die Penniden sind als mediane, als überschobene Tiefzone immer metamorph. Die Ophitzone ist dagegen als überschiebende Oberflächendecke niemals regionalmetamorph" (L. Kober 1952, 65, p. 12—14).

Zur Erläuterung dieser Worte ist in Abb. 2 ein Teil des Koberschen Jugoslawien-Tektonogramms wiedergegeben.

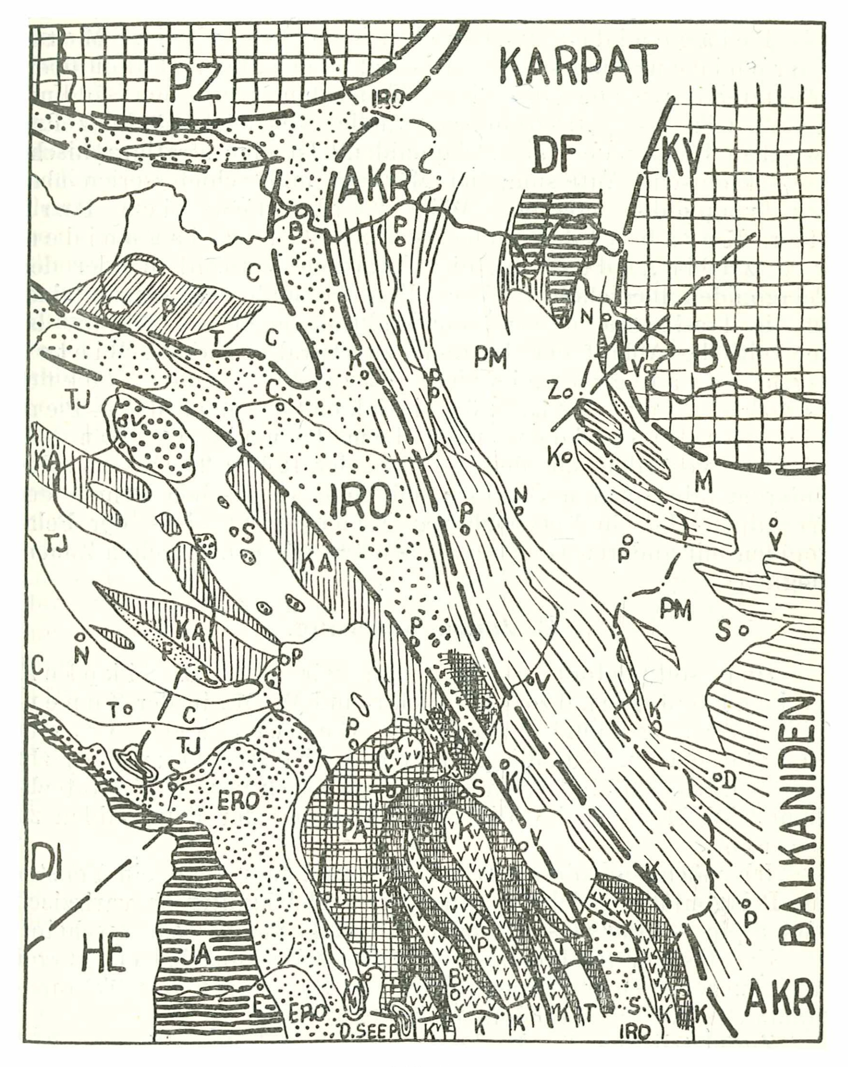



Abb. 2.

Aus dieser kurzen Charakterisierung der 3 Hauptsynthesen des tektonischen Baues Makedoniens, der Pelagoniden, ergibt sich klar die Fragestellung unserer Arbeit:

Sind die Pelagoniden Metamorphiden, durch die Orogonese bedingter tiefster Gebirgsstamm, oder Teil eines vortektonisch vorhandenen Kristallinmassivs? Sind die Pelagoniden variszische oder alpine Metamorphiden? Sind sie ein variszisch angelegter und alpin überarbeiteter Horst oder ein alpines „Tauernfenster" in den Süddinariden? Gibt es petrographisch-fazielle Vergleichsmöglichkeiten zwischen Rhodopiden und Pelagoniden? Ist eine stratigraphische wie tektonische Auflösung der Marmor- und Schieferserien über den Pelagoniden möglich? Wie verhalten sich Perister, Korab und Ljuboten zu den Pelagoniden, wie zueinander? Ist die Korabzone autochthon oder den Pelagoniden überschoben? Wenn die Pelagoniden ein Fenster sind, ist die Treskaserie unteres, die Radušaserie oberes Pennin? Ist der zeitliche Ablauf der Tektonik zu charakterisieren? Bieten sich stratigraphische, fazielle oder tektonische Vergleichsmöglichkeiten mit dem Pennin der Dinariden, mit dem Pennin in den Alpiden, vor allem mit den Fenstern der Hohen Tauern und des Unterengadins in den Ostalpen, mit dem klassischen Pennin der Westalpen? Ist ein Vergleich der Mineralfazies der Pelagoniden mit anderen Gebieten, besonders mit penninischen Zonen, möglich?

## C. Zonengliederung.

Hier soll betont werden, daß wir alle, B. Sikošek, K. Jenko, J. Pendžerkovski und W. M., in der Zonengliederung kaum divergierten. Gemeinsame Arbeit führte dazu. Nur die tektonische Deutung weicht zwischen Beograd und Wien ab: B. Sikošek vertrat die Autochthonie; W. M. versuchte die Fensterdeutung der Pelagoniden zu beweisen.

Ich möchte in dieser Arbeit darlegen, was für ein Fenster der Pelagoniden spricht — einstweilen gleichgültig ob variszisch oder alpin — und was mir noch problematisch erscheint.

Um das Verständnis zu erleichtern, folgt zunächst ein kurzer Abriß unserer neuen Zonengliederung. Siehe auch das Tektonogramm Vardarisch-Makedoniens in der Beilage!

Zutiefst liegen die Pelagoniden mit Granitkernen und hangenden Gneisdecken, mit altem Dach (Paragneise, Granat-

(Staurolith-) Glimmerschiefer, Amphibolite), mit einer tieferen Hüllserie (Pletvarmarmore) und mit einer höheren Schieferhüllserie (Kalkphyllite). Letztere wäre zu parallelisieren mit der Trojaci-serie und mit der Treskaserie. Darüber folgt die Veles-serie mit Ophiolithen, kalkigem wie schieferigem Paläo- und Mesozoikum, unserer Meinung nach mit der Raduša Decke gleichzustellen. Dieser entspricht in der Šar planina die Serie des Titov vrh (= Turčin) mit Grünschiefern, schieferigem und kalkigem metamorphem Mesozoikum; nicht nur an der Šar-Südseite, sondern auch an der Nordseite um Rečane-Ljubinje. L. Kober 1952 stellt die Lepenacserie auch der Radušaserie gleich. Die nächsthöhere Großeinheit sind die Ljubotiden L. Kobers 1952, die Ljuboten Decke, bestehend aus Altkristallin, Glimmerschiefern, Paragneisen, Orthogneisen, schwach vergneisten Graniten; typisch „murid“, „silvrettid“, entsprechend ostalpinem Altkristallin. Sie liegt im Ljuboten und Crni vrh auf der Raduša Decke und trägt im Ljuboten paläozoische (?) Kalkglimmerschiefer, Marmore. Ihr zu parallelisieren ist eindeutig der Gneiskeil von Kruševo mit Orthogneismyloniten, -diaphthoriten und Phylloniten, Paragneisen und Amphiboliten, der in der Korab-Perister Zone stirnt und in der Elenschuppe wurzelt. Letztere wird charakterisiert durch den Peristergranit, durch paläozoische Schiefer- und Kalkserien (Devon ist fossilbelegt) und durch wahrscheinlich mesozoische, leicht metamorphe Kalke. Es kann bei dieser Serie an Autochthonie gedacht werden. obwohl die Gesamttektonik dafür spricht, daß Ljubotenkristallin und Korab-Perister Zone als eine Decke aufzufassen sind, wie ostalpines Kristallin + Grauwackenzone + Radstädter Tauern. Der Peristergranit nimmt aber sicher eine Sonderstellung ein, in der Art der periadriatischen Intrusiva. In regionaler Überschiebung liegt die Debar Zone = Albanische Tafel = Kalkdinariden dieser Korab-Perister Zone auf, mit dem südalpinen, dinarischen Mesozoikum. Ihre Trägerdecke kann nur die des Ljubotenkristallins sein.

Die Vardarzone trennt Pelagoniden und Rhodopiden. Sie ist Wurzelzone für Raduša-, Ljuboten- und Debar-Decke. Für diese Position spricht ihre ausgeprägte Schuppenstruktur, ihre Steilstellung und ihr Schichtbestand, der vom Altkristallin bis zu Paläo- und Mesozoikum mit Ophiolithen reicht. Die eigentlichen Rhodopiden, Granite + altes Dach, an Störungszonen junge trachyandesitische bis baltische Ergüsse, zeigen ruhige Lagerung; nur gegen die Vardarzone hin mehren sich die Anzeichen intensiverer Tektonik; die Furka Randzone mit zusätz-

lichem Paläozoikum und fraglichem Mesozoikum kann abgetrennt werden.

Damit erscheint das Grundgerüst einer geologisch-tektonischen Gliederung gegeben, die auf der alten geologischen Übersichtskarte Jugoslawiens von K. V. Petković (118) schon gut zu erkennen ist. Auf die neue jugoslawische Übersichtskarte von V. Mikinčić (97) trifft dies nur in beschränktem Ausmaße zu.

## D. Geologische Charakterisierung der Bauzonen.

### *a) Rhodopiden.*

Reiseroute[3]: Skopje—Kumanovo—Kratovo—Zletovo—Štip—Bogoslovac—Kočane—Delčevo (Carevo Selo)—Berovo—Ogražden—Strunica—Kosturino—Dojran—Furka—Djevdjelija.

Die Rhodopiden sind kristallines Grundgebirge. Über grobkörnigen Graniten (Biotit- und Hornblendegranite) mit roten Feldspäten folgen Paragneise, injizierte Glimmerschiefer mit mächtigen Zonen von Amphiboliten, zum Teil auch nichtmetamorphen Gabbros. Granite sind häufig und jedenfalls verschiedenen Alters. Im Gebiete von Delčevo konnten in den Graniten auch basische Ganggesteine beobachtet werden. Die Verwitterung in den Graniten, auch in den anderen Gesteinen, ist eine sehr tiefgründige. Im Gebiete von Delčevo ist ein Oberkreide-Flyschbecken erhalten; an den Rändern dieses Beckens Steilstellung der Sandsteine, Feinkonglomerate und Breccien, in der Beckenmitte flache Lagerung.

Das Grundprinzip des Baues des von uns bereisten Südostteiles der Rhodopiden in Makedonien ist: Granitkerne, Orthogranite, umgeben von Paraserien mit Amphiboliten: Granitkerne mit „altem Dach“[4]. Die Granite in dem von uns bereisten Gebiete scheinen echt magmatischer Natur. Granitisationserscheinungen konnten wir nicht beobachten, sind aber aus dem Gebiete von Jestrebac, nördlich von Skopje, bekanntgeworden, wie uns K. V

[3] Diese wird immer angegeben, um Überblick über den Umfang des Gesehenen zu gewähren. Manche besonders interessante Strecken, Profile wurden sogar mehrmals befahren.

[4] Unter „altem Dach“ verstehen wir Sedimentabkömmlinge oder Sedimente, in die Granite eingedrungen sind. L. Kober sieht im Pennin der Hohen Tauern das „alte Dach“ (Konglomeratgneise, Quarzite, Amphibolite, Paragneise u. a.) als paläozoische, variszische Schieferhülle, zum Unterschied zu den Marmoren und Kalkglimmerschiefern des Mesozoikums. In den Rhodopiden erscheint es uns wahrscheinlich, daß die Granite in bereits kristalline Paraserien intrudierten und diese aber nur leicht injizierten. Jedenfalls zeigen Granite und Hüllserien keine gefügeverformende gemeinsame Geschichte. Dieses makroskopische, gut ersichtliche Beobachtungsbild soll noch durch beabsichtigte Dünnschliffuntersuchungen gestützt und erweitert werden.

Petković mündlich mitteilte. In diesem Gebiete konnten auch mehrphasige Intrusionen saurer und basischer Magmen vom variszischen bis einschließlich alpinen Zyklus nachgewiesen werden. Die Granite des von uns bereisten Gebietes erscheinen uns älter als die Granite von Štip. Diese wurden bisher ohne Angabe von Gründen in das Jungtertiär gestellt. Neuere Arbeiten des Geološki Institut S. A. N. (Beograd) ergaben ein voreozänes und vorneokomes Alter. Gerölle von Štiper Granit fanden sich in fossilbelegtem Obereozän des Štiper Beckens und in durch Ammonitenfunde gesichertem Neokom[5]. Aber eines scheint sicher zu sein: Die Granite sind in ein altes Dach, das schon metamorph war, eingedrungen: Sie haben keine gemeinsame Metamorphose erlitten, wurden nur zerschert und durch Brüche zerstückelt. Nach mündlicher Mitteilung von W. Neubauer, der auf der Chalkidike arbeitete, und von W. E. Petraschek stimme ich mit diesen beiden Herren überein, die Rhodopegranite der Westseite als variszisch anzusehen. Sie stehen in unserem Gebiete in keinem Kontakt mit mesozoischen Schichten. Fragliches Mesozoikum ist erst in der Randzone zur Vardarzone am Dojransee aufgefunden worden. Sie stehen nur in Kontakt mit Altkristallin, mit altem Dach. Die Rhodopegranite sind nicht nur oberflächlich verwittert, sondern auch „frisches" Material zeigt Vergrünung der Hornblenden und Biotite, teilweise auch der Plagioklase durch Chlorit. Die Rhodopegranite sind nicht nur in ihrem Serienbestande, sondern auch petrographisch von den pelagonischen Graniten verschieden. Erstere scheinen mir magmatisch zu sein, während letztere wahrscheinlich als ultrametamorph anzusehen sein werden. Vor allem haben aber die Rhodopegranite mit ihren Hüllserien keine gemeinsame Metamorphose erlitten. Nach mündlicher Mitteilung von W. Neubauer und W. E. Petraschek ist es nicht zutreffend, daß sich die Rhodopiden mit den Pelagoniden im Bereiche von Saloniki, im Raume des Ägäischen Meeres, vereinigen. Denn wenige Kilometer südlich der Staatsgrenze tauchen die Pelagoniden unter das Altkristallin des Olymp ab.

Das allgemeine Streichen dieses Gebietes ist NNW—SSE. In diesem Streichen, dieses betonen vor allem die beiden Granitzonen, liegen die Granitkuppeln von Kočane und Delčevo (siehe beiliegendes Tektonogramm!). Erstere bildet die höchst charakte-

[5] J. Duhovnik bezweifelte mir gegenüber auf der Leobner Tagung nachdrücklichst, daß die gefundenen Granitgerölle Štiper Granit seien. Seiner Meinung nach wären die Štiper Granite doch jung. Doch bestätigte mir K. Jenko brieflich ihr voreozänes und vorneokomes Alter.

ristische Granitlandschaft um Drmoš, herrlich zu ersehen auf der Straße Strumica—Ogražden; so können wir hier grusige Granitverwitterung bis zu 50 m Tiefe beobachten. Zwischen diesen beiden Granitzonen liegt synklinal eine Paragneis-Dachzone mit Amphiboliten, wie auch an der West- und Ostflanke der beiden Granitzüge. Es kann sich dabei um eine variszische Tektonik handeln.

Auf der Strecke Kumanovo—Štip wurden weite Gebiete durchquert, die durch das Auftreten von jungtertiären Andesiten, Daziten und Basalten mit ihren Tuffen gekennzeichnet sind. Das Auftreten dieser Gesteine — im Bereiche dieser liegt auch die Pb-Zn-Lagerstätte von Zletovo und der Pb-Zn-Cu-Erzbezirk von Kriva Palanka — ist an eine W—E gerichtete Linie gebunden. In gleicher Richtung, in der Fortsetzung liegt das Tertiärbecken von Kumanovo—Skopje. Diese Linie wird von K. V. Petković mit der Depression von Peć in Zusammenhang gebracht, als eine weiter südlich gelegene Parallellinie. Auf die Bedeutung dieser Linie für den Bauplan der gesamten Dinariden wurde schon in der Problemstellung bereits hingewiesen.

Diese W—E gerichtete Andesitlinie wurde auf der südostgeologischen Arbeitstagung im Oktober dieses Jahres in Leoben von J. Duhovnik angezweifelt. Er betonte, der trachyandesitische Vulkanismus folge nur parallel zur Vardarzone; dies betonte auch K. Jenko brieflich.

Das bisher besprochene Gebiet fällt durch seine ruhige Lagerung, einfache Tektonik, Einförmigkeit des petrographischen Bestandes wie durch die einförmige Sanftheit der Morphologie der Landschaft auf. Südlich des Strumicatales ändert sich dieses Landschaftsbild und damit auch Geologie und Tektonik, wie auch aus der geologischen Karte Jugoslawiens zu ersehen ist. Mit Annäherung an die Vardarzone, gegen SW, tritt ein mehrfacher Wechsel von Sedimentschichtreihen, die zum Teil stark metamorph sind, mit Kristallin vom Typus der Rhodopemasse auf. Ein großflächiger Schuppenbau ist zu beobachten. Das Paläozoikum umfaßt stark metamorphe Phyllite, Kalkphyllite, Kalkglimmerschiefer, Grünschiefer und Amphibolite. Die Sedimentabkömmlinge scheinen mir mit Silur—Devon anzusprechen zu sein. Diese Serie ist stark durchbewegt, verfaltet. Flach transgredierend ist typisches Perm, sind rote, weniger graugrüne permische (skythische?) Sandsteine zu beobachten, herrlich aufgeschlossen. Diese permischen Sandsteine wurden früher als Jura (!) kartiert. Fragliches Mesozoikum ist längs des Ufers des Dojransees aufgeschlossen. Es handelt sich um schwach kristalline, flach liegende Kalke, hellgelblichgrau gefärbt. Das Kristallin dieser Zone ist am besten im

Gebiete des Furkapasses zu sehen. Neben Paragneisen mit Amphiboliten finden wir mittelkörnige Granite, auch mit roten Feldspaten; sie sind mit den Rhodopegraniten zu vergleichen, mit diesen durchaus ident. Vor Djevdjelija schließen sich an dieses Granit-Gneis-Gebiet Serpentin- und Grünschiefermassen der Vardarzone an. Es ist zu erwägen, ob nicht das Sertakristallin auch dieser Randzone, der Furka-Randzone der Rhodopiden zuzuzählen ist. Die gleiche Stellung der Asbestlagerstätte Bogoslovac/Štip (in Serpentin) wäre zu überlegen. Letztere ist die nördliche Fortsetzung von Serta und taucht ohne Bruch unter das Tertiär des Beckens von Sv. Nikola.

Erst nach Abschluß dieses Manuskriptes erschien W. Neubauers Arbeit über den „zyklischen Magmatismus auf der Chalkidike und seine Erzlagerstätten" (Lit. 98 a). Das bearbeitete Gebiet liegt in südöstlicher Fortsetzung des uns bekannten Bereiches und ist daher von großem Interesse. Der Großteil der die Chalkidike aufbauenden Gesteine liegt in der Fortsetzung der Vardarzone, nicht ganz in tektonischer Hinsicht, wohl in stratigraphischer wie W. Neubauer ausführt. Die NE-Grenze der Vardarzone gegen die Rhodopen streicht jedoch nicht im Golf von Ormilia aus, wie das K. Oswald und K. Stier in ihren Karten zeichnen, sondern im Golf von Jerissos. Ich persönlich möchte meinen, daß dieser Teil der Chalkidike, der von W. Neubauer noch zur Vardarzone gezählt wird, unserer Furka-Randzone der Rhodopiden entspricht, begründet in dem hohen Kristallinanteil der Schichtfolge. W. Neubauer konnte einen archäischen und paläozoischen sauren synorogenen Plutonismus, arm an Metallösungen, von einem metallreichen, jungtertiären, subsequenten Plutonismus und Vulkanismus abtrennen.

L. Kober sah bis 1952 in der Rhodope, in den Rhodopiden Zwischengebirge, Interniden, Balkaniden und Dinariden trennend. L. Kober 1952 dagegen sieht in der Rhodopemasse die Zentralzone der Balkaniden. Aus unserem verhältnismäßig kleinem Gebiete läßt sich kein schwerwiegender Beweis für die eine noch für die andere Ansicht erbringen. Doch möchten wir bedenken: Sind die Rhodopiden Zentraliden, dann entspräche die Vardarzone, in der neben Wurzelelementen bedeutende Störungszonen vereinigt erscheinen, zum Teil der Gail—Drau—Pustertaler—Tonale-Linie, der Ivreazone. Dagegen scheint mir die Vorstellung von St. Bončev, die Rhodopiden seien dinarisch, aus dem noch zu erklärenden Gesamtbild der Pelagoniden schwer verständlich, obwohl Bewegungen der Rhodopemasse gegen Westen oder Südwesten bekanntgeworden sind.

Eines sei aber nochmals betont: Die von uns gesehenen Granite sind nicht jung, sondern alt, höchstwahrscheinlich variszisch. W. E. Petraschek postulierte zum Teil für die Rhodopegranite als Lagerstättenförderer alpines Alter aus dem Bilde des viel größeren bulgarischen Anteiles der Rhodope. Wichtig ist auch die

Beobachtung, daß die Rhodopegranite und ihre Hüllserien keine gemeinsame Metamorphose zeigen, keine alpine Metamorphose.

Wir kommen so zu einem ähnlichen Ergebnis wie F. Kossmat 1924 (77, p. 122—123): „Die Gesteine sind alt, sie haben alte tektonische Vorgänge und eine alte Metamorphose durchgemacht. Aber genau das gleiche gilt auch von ähnlichen Bildungen der ostalpinen Zentralzone. Die Rhodope, das pelagonische Massiv und die altmetamorphen Teile der Alpen sind durch jene Bewegungen tektonisch umgearbeitet, die das junge Kettengebirge gebildet haben."

## *b) Vardarzone.*

Reiseroute: Djevdjelija—Demir Kapia—Negotino—Kavardarci—Trojaci; Babuna—Titov Veles—Skopje; Trojaci—Gradsko—Titov Veles.

Die Vardarzone erstreckt sich von Priština im Norden bis zur griechischen Grenze im Süden und weiter nach Griechenland auf Chalkidike (Chromlagerstätten). Sie ist im Raume von Skopje durch das gleichnamige Tertiärbecken unterbrochen. L. Kober 1952 hat die Vardarzone als innere Radophit- (IRO-) Zone angesehen und mit der inneren bosnischen Schiefer- und Hornsteinzone verbunden. Auch bestünde die Möglichkeit, diese IRO-Zone über das Becken von Peć mit der ERO-Zone, der äußeren Schiefer- und Hornsteinzone zu verbinden, wie es F. Kossmat 1924 versucht hat.

Die Schichtfolge der Vardarzone reicht vom Paläozoikum lückenhaft bis in die Oberkreide (Santonien). Den Hauptbestand bilden Grünschiefer und Serpentine. An die Serpentine sind kleinere Lagerstätten von Talk (Galište) und kleine Chromerzkörper gebunden.

Im großen Diabas- und Melaphyrkörper von Djevdjelija—Demir Kapia stecken einige Stöcke von Dioriten und Gabbros, auf der alten geologischen Übersichtskarte von Jugoslawien als Granite eingetragen. Bei Demir Kapia liegen über diesen Diabasen, Melaphyren und Gabbros mit Mylonitzone und Diskordanz Kalke. Diese sind in ihrem Liegenden gebankt, in den hangenden, mächtigeren Partien massig. In diesen Kalken wurden von F. Kossmat *Ellipsactinien* gefunden. Daher Rückschluß auf oberjurassisches, tithones Alter. Wir konnten in diesen Kalken Crinoidenstiele und einen schlecht erhaltenen Brachiopoden finden. Die Grünschiefer, Diabase und Serpentine sind an der Hauptstraße Djevdjelija—Demir Kapia prächtig aufgeschlossen. Die Vardarzone führt fossilbelegte Oberkreide, Gosau, die über allen steilgestellten Schichtgliedern der Vardarzone transgrediert. Dies wird und wurde von den jugoslawischen Kollegen als Kriterium gegen die Stellung der Vardarzone als Wurzelzone und als Kriterium

gegen ein Penninfenster in den Pelagoniden vorgebracht. Aber es gibt doch auch vorgosauischen Deckenbau, der in den Ostalpen von großer Bedeutung ist.

Außerdem umfaßt noch die Vardarzone paläozoische Schiefer und Quarzite (ich möchte dabei eher an Mesozoikum denken), Grünschiefer und stark metamorphe graue, graublaue Kalke, Kalkmarmore. Es sind dies Teile der Velesserie (F. Kossmat). Diese wird von L. Kober mit der Schichtfolge der Treskaserie verglichen. Ich sehe aber in der Treskaserie die höhere (mesozoische?) Schieferhüllserie der Pelagoniden, zu parallelisieren mit der Trojaciserie. Ich persönlich denke bei dem Schichtbestand der Velesserie an eine unterostalpine Serie im Vergleich mit unseren österreichischen Alpen. Viel eher ist es möglich, die Radušaserie mit Serpentin + Chromit (Raduša und Umgebung), paläozoischen (?) Schiefern und Žedenkalk der Velesserie als tieferer Vardarzone gleichzusetzen, wie es auch G. Hiessleitner 1951/52 (44) vorgeschlagen hat.

Die Vardarzone wird von F. Kossmat 1924 (77) sehr ausführlich behandelt, da diese in ihrer besonderen Stellung von ihm erstmals erkannt wurde. Er wollte diese 40—70 km breite Zone eigentlich „Vardar-Kapaonik-Zone" nennen, um ihren Verlauf in Serbien dadurch zum Ausdruck zu bringen. Aber schließlich setzte sich doch aus „Scheu vor der längeren Benennung" die Kurzform der „Vardarzone" durch.

Die Ergebnisse unserer eigenen Begehungen in der Vardarzone reichten eigentlich nicht wesentlich über die Erkenntnisse von F. Kossmat hinaus. Deshalb seien Teile seiner Beschreibung der Vardarzone (77, p. 80—122) im folgenden kurz in Erinnerung gebracht:

Als Bauglieder beschrieb F. Kossmat folgende Gesteinsgruppen: 1. Die Velesserie und ihr Grundgebirge: Eine mächtige Schichtfolge von phyllitischen Tonschiefern im Wechsel mit Grauwacken, gestreckten dünnplattigen Quarziten und dunklen Kieselschiefern. Einlagerungen von Chlorit- und Hornblendeschiefern (Feldspat-, Zoisit-, Epidotamphibolite) treten öfters auf, wie Marmorlagen in den mittleren und oberen Teilen. Diese Serie soll altpaläozoisch sein; vielleicht ist auch noch Karbon vertreten. 2. Permotriadische Schiefer-Sandsteine und triadische Kalke: In dieser Serie wurde in der Vardarschlucht nördlich von Titov Veles angewitterte *Myophorien* vom Aussehen der untertriadischen *Myophoria costata* entdeckt. Ebenso fand F. Kossmat in splitterigen, weißen und grauen, meist ungeschichteten Kalken, die sich von den paläozoischen Marmoren in der Regel durch ihre geringe Kristallinität unterscheiden, zahlreiche Durchschnitte kleiner *Megalodonten* (mittlere bis obere Trias). 3. Vermutliche Juraschichten: Plattige Hornsteinkalke in Verbindung mit grauen oder rotbraunen Jaspisschichten, die an der Babuna „eine Unmasse von mikroskopischen Radiolarienschichten" enthalten. 4. Eruptionen der Jurazeit: Bronzitserpentine und Gabbros in Form langer Züge und einzelner Stöcke sowie stellenweise mächtige Ergußfelder von Diabasen. Sie durchbrechen die paläozoischen Schichten der Velesserie wie auch Triaskalk talaufwärts von Veles. 5. Saure, jüngere Intrusionen im Vardargebiet um Djevdjelija (rötliche Porphyre und feinkörnige Granite). 6. Transgredierende Ellipsactinienkalke von Demir Kapia. 7. Transgredierende Oberkreide (Gosau und Flysch): Sie greift über alle vorher beschriebenen Gesteinsgruppen hinweg.

Abb. 3. Drei Profile aus der Vardarzone (F. Kossmat 1924, 77).

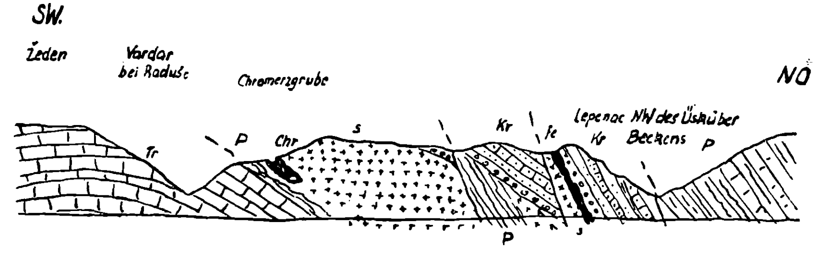



Abb. 3 a. Profil durch die Vardarzone nordwestlich von Skopje (Fig. 7, p. 99).
P = Altpaläozoische Velesserie, Tr = Triaskalke, S = Serpentin, chr = Chromerz von Raduša, Kr = Transgredierende Oberkreide in Gosaufazies, fe = Oolithische Eisensteine an der Basis der Oberkreide.

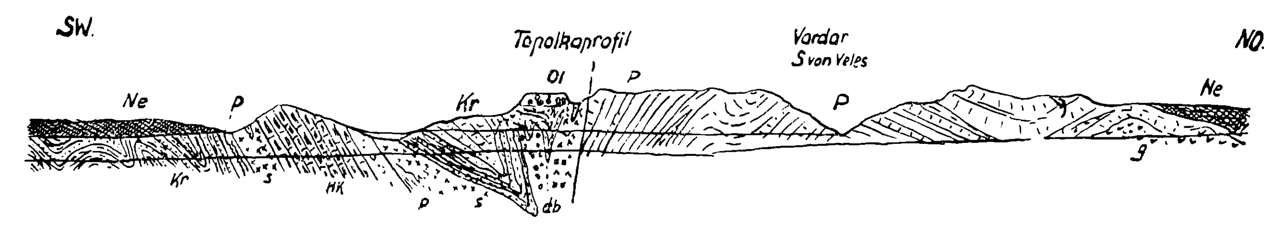



Abb. 3 b. Profil durch die Vardarzone südlich des Beckens von Skopje, Topolkaprofil (Fig. 11, p. 102).
P = Altpaläozoische Velesserie, HK = Hornsteinkalke, db = Diabas, s = Serpentin, g = Granit E von Veles, Ol = Transgredierendes marines Oligozän, Ne = Fluviatiles Neogen.

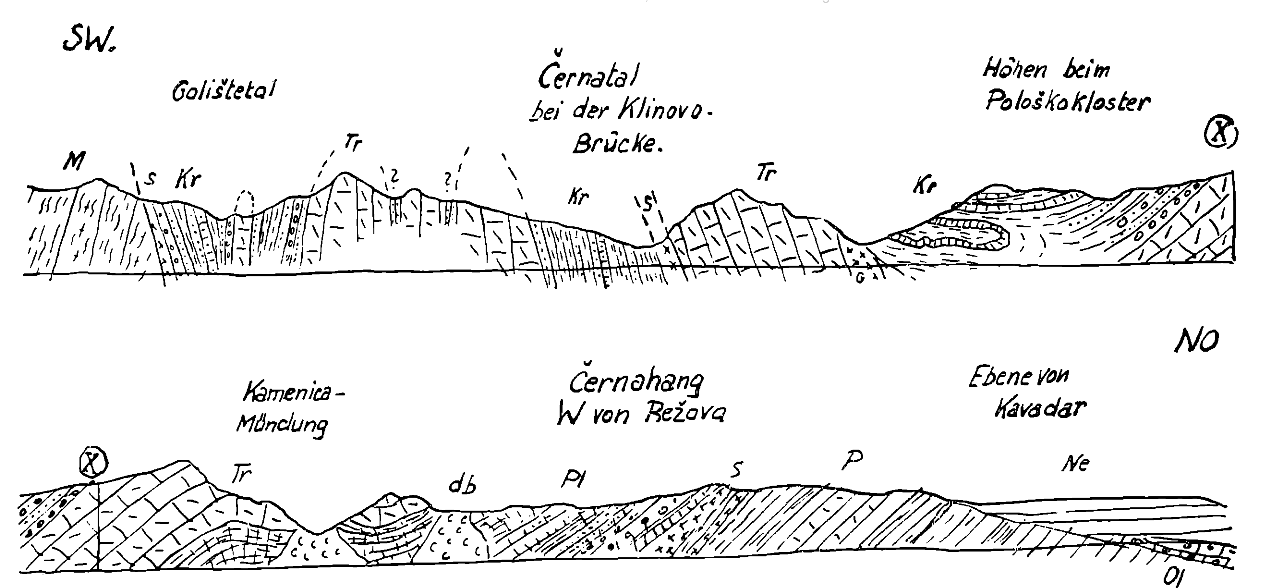



Abb. 3c. Profil durch die Črnaschlucht zwischen der Umgebung von Galište und dem Neogenbecken von Kavadar (Fig 13, p. 103).

M = Metamorphes Grundgebirge (Granitgneise Glimmerschiefer, Amphibolite, Marmore), P = Altpaläozoische Veles-serie, Pt = Vermutlich permotriadische Quarzsandsteine, Konglomerate und sandigglimmerige Schiefer, Tr = Triaskalke und Dolomite, db = Diabas, s = Serpentin, Kr = Transgredierende Oberkreide, Ol = Transgredierendes marines Oligozän, Ne = Fluviatiles Neogen.

Kalke vom Gosautypus mit *Hippuriten, Radioliten, Actaeonellen, Nerineen* und *Orbitoiden* wurden bekannt. Im oberen Teile nimmt der Kalkgehalt ab und es herrscht Flyschfazies vor. 8. Das transgredierende Unter- und Mitteloligozän beginnt meist mit Konglomeraten, die nach oben flyschähnlichen Sandsteinen und Mergeln Platz machen. Faunenreste verweisen auf die Priabona- und Castell-Gomberto-Stufe des italienischen Oligozäns. 9. Das Neogen füllt in Form von ausgedehnten Fluß- und Seeablagerungen die jungen Senken und zeigt nur mehr geringe Schichtenstörungen. 10. Das Diluvium knüpft sich in Form von Terrassen an den Verlauf der heutigen Täler.

In der regionalen Beschreibung beginnt F. Kossmat im nordserbischen Hügelland und endet an der Ebene von Saloniki. Er beschreibt detailliert den räumlich stark wechselnden Schuppenbau der Vardarzone. Um viele Worte zu sparen, seien 3 seiner charakteristischesten Profile in Abb. 3 wiedergegeben. Abb. 3 a ist ein Profil durch die Vardarzone nordwestlich von Skopje, auf dem schon die Radušaserie als tieferer Anteil zu erkennen ist. Das Altkristallin (Wurzel unserer Ljubotendecke) ist noch in der altpaläozoischen Velesserie „verborgen". Abb. 3 b gibt das Topolkaprofil wieder. Im Nordosten erscheint der Štiper Granit, nach F. Kossmat 1924 (77, p. 120) vor-oligozän und nachophiolithisch, da von ihm nach O. H. Erdmannsdörfer (26, 27) aplitische Apophysen im Serpentin des Bogoslovacgebietes beobachtet wurden. Abb. 3 c bringt ein typisches Profil durch die Crnaschlucht zwischen Galište und dem Neogenbecken von Kavadar. Es beginnt im Südosten mit der Elenschuppe und zeigt einen komplizierten Schuppen- und Faltenbau, an dem Paläo- und Mesozoikum beteiligt ist. Zu betonen ist, daß bei F. Kossmat alles Paläozoikum als Velesserie angesehen wird, wir aber nur die westlichsten, tiefsten Teile der Vardarzone als Äquivalent unserer Radušadecke sehen.

In der Zusammenfassung der Vardarzone betont F. Kossmat (p. 122): „Die Schuppen und Faltungen der Vardarzone sind somit nicht über das kristalline pelagonische Gebirge hinweg mit den albanischen Überschiebungen in Verbindung zu setzen. Es handelt sich vielmehr um zwei verschiedene Überfaltungszonen. von denen die albanische ihre Wurzeln westlich des pelagonischen Massivs hat und randlich sogar unter letzteres eintaucht. Die Vardarzone hingegen hat ihre Wurzeln zwischen pelagonischem und rhodopischem Massiv, und zwar liegen diese unter den oberflächlich sichtbaren Schuppen selbst. Es ist hier im Grunde nichts anderes geschehen, als daß die schon während der vorkretazischen orogenetischen Bewegungen klar angelegte Einmuldung durch eine neue intensive Faltung stark zusammengepreßt, versteilt und von Scherungsflächen zerschnitten wurde. Die Überschiebungstendenz geht auch hier, ganz im Innern des Gebirges, noch immer deutlich in der Richtung nach der adriatischen Seite, also zur adriatischen Geosynklinale."

Auf eines soll jetzt noch verwiesen werden: Die Vardarzone in ihrem ausgeprägten Schuppenbau, in ihrer mehrfachen Wiederkehr der mannigfaltigsten Gesteinsfolgen läßt sich schon unterteilen. Es ist sicher nur ein Beginn. Ein Teil der bisher als Vardarzone bezeichneten Serien muß zu den Rhodopiden gezählt werden. Ich nannte diesen Teil Furka-Randzone mit dem Furkagranit, mit Paläozoikum und Ophio-

lithen (Serpentin, Grünschiefer). Sie fällt durch wesentlich lebhaftere Tektonik, durch stärkere Durchbewegung gegenüber der ruhigen Lagerung der Rhodopiden in unserem Bereiche auf. Auch habe ich zu zeigen versucht, daß ein Teil der westlichsten Vardarzone abzutrennen ist und der Raduša-Veles-Serie zuzuzählen wäre, als Randzone der eigentlichen Pelagoniden.

Die Vielfalt des Gesteinsbestandes der Vardarzone und ihre weitreichende wie mannigfaltige Stratigraphie geben sicherlich Anlaß, die Vardarzone als Wurzelzone für die dinarischen Decken zu sehen, wie es schon L. Kober 1952 (65) in Betracht gezogen hat. Ich möchte mich dieser Wurzeldeutung anschließen, da es die Struktur der Pelagoniden erfordert. Auch entspricht die Vardarzone, wie schon geschildert, allen Anforderungen, die an eine Wurzelzone gestellt werden müssen. Ich denke da vor allem an die Steilstellung der Schichten, starken Schuppenbau und Vielfalt der Schichten. Ich kenne auch einen Teil der westalpinen Wurzelzone, die Zone von Ivrea. Auch dort das gleiche Bild: Äußerste Kompliziertheit der Lagerung, Vielfalt der Schichtfolge, die eine Gliederung und Zuteilung zu tektonischen Einheiten erschweren, wenn nicht überhaupt unmöglich machen. Auch sind diese Wurzel-, diese Narbenzonen gekennzeichnet durch das Aufdringen junger Magmatite. Im West-Ost-Alpenbereiche sind es granodioritische Plutonite: der Bergeller Granit, die Tonalite des Adamello, der Brixener Granit, die Tonalite des Riesenferners, von Eisenkappel und die Tonalite des Bachergebirges. In der Vardarzone treten keine Tiefengesteine auf, sondern nur Ophiolithe und trachyandesitische Vulkanite. Trotz Fehlen von saurem Tiefenmagmatismus wird diese Zone durch Effusiva besonders hervorgehoben. Es sind Trachyte, Andesite, Dazite und Rhyolithe mit ihren Tuffen und Tuffiten. In kleinerem Ausmaße im Raum von Titov Veles, dagegen im Grenzraume der Rhodopiden im Gebiete Kumanovo—Kratovo—Zletovo in großräumigen Flächenergüssen anzutreffen. Größere dieser Ergüsse im Raume der Vardarzone gegen die Pelagoniden hin finden wir in ihrem Süden westlich von Djevdjelija um Roždden—Dudica. An diesem Erguß ist eine Cu-Lagerstätte vom Typus Bor gebunden, die seinerzeit intensiv untersucht wurde. Nach der neuen geologischen Übersichtskarte von Jugoslawien von V. Mikinčić (97) erstrecken sich kleinere Ausläufer dieser trachyandesitischen Vulkanite bis in das pelagonische Kristallin.

Die Vardarzone zeigt regionales Nordnordwest—Südsüdost-Streichen und ist steilgestellt. Diese Steilstellung wird verständlich in ihrer Position

als Grenzzone zwischen Dinariden und Balkaniden (L. Kober 1952) oder Dinariden und Rhodopezwischengebirge (L. Kober bis 1952, K. V. Petković). Allerdings sieht St. Bončev (6, 7) das Rhodopekristallin als dinarische Zentralzone mit Westschub an. Wenn dies der Fall wäre, müßten Rhodopekristallin und Ljubotenkristallin miteinander vergleichbar sein. Das ist aber kaum der Fall. Somit sind nur die Kristallinzonen der Ljubotendecke dinarisches Kristallin, Vertreter der schwach ausgebildeten Zentralzone der Dinariden. Nur als Grenz- und Wurzelzone wird man meiner Meinung nach dem Tatsachenbilde der Vardarzone gerecht. Auch die Ljubotendecke wurzelt in der Vardarzone nördlich von Skopje, wie Altkristallinschollen in ihr beweisen. Das läßt wohl im Sinne L. Kobers 1952 den Schluß zu, daß Vardar- und Ljubotenserie einander gleichzustellen wären. Aber erst bei Prüfung des Verhältnisses von innerer zu äußerer Hornsteinzone (Radophitzone) ist es möglich, das Verhältnis von Ljuboten- zu Vardarserie zu klären. Die äußere Hornsteinzone (ERO-Zone, L. Kober 1952) liegt unter den dinarischen Kalkdecken, die innere Hornsteinzone dagegen auf den dinarischen Decken, wie wir den Darstellungen L. Kobers 1952 entnehmen können. L. Kober sieht nicht die Verbindung zwischen innerer und äußerer Hornsteinzone wie F. Kossmat 1924. Ich möchte dem Kartenbilde entnehmen, daß die Ljubotenserie der liegenden Vardarzone angehört, daß sie tiefer liegt als die eigentliche Vardarzone. Dieser Hinweis auf das Radophitproblem erscheint uns notwendig, da W. E. Petraschek in einem Vortrag am 14. Jänner 1955 über „Großtektonik und Metallverteilung im mediterranen Kettensystem“ darauf näher einging. Er betonte das sicher paläozoische Alter eines Teiles der Serpentine der Vardarzone in Griechenland, bewiesen durch Transgression korallenführender Trias über Serpentin. Dagegen wäre das mesozoische Alter der Ophiolithe der äußeren Schiefer-Hornstein-Zone durch Arbeiten griechischer Geologen sichergestellt. Daher wäre eine Verbindung der äußeren mit der inneren Radophitzone im Sinne L. Kobers wegen Altersunterschiedes nicht möglich, daher auch der Charakter einer Wurzelzone für die Vardarserie und ein Metamorphidenfenster in den Pelagoniden abzulehnen. Dagegen zeigen Profile und Karten gerade der Arbeit von L. Kober 1952 das Auseinanderhalten von ERO- und IRO-Zone. F. Kossmat aber hat diese beiden Zonen verbunden! Es ist aber auch nicht in meiner Absicht gelegen, diese beiden Zonen zu vereinigen, voneinander abzuleiten, da ich vor allem auch die Stellung der äußeren Radophitzone unter den dinarischen Kalkdecken nur aus der Literatur kenne. Daher kann ich in dem von W. E. Petraschek vorgebrachten Kriterium keinen Beweis gegen den Wurzelcharakter der Vardarzone und die Fensterstruktur der Pelagoniden sehen.

Es wurde schon erwähnt, daß K. V. Petković die Vardarzone in ihrer Entstehung mit den ostafrikanischen Grabenbrüchen vergleicht, und zwar in der modernsten amerikanischen Deutung, daß diese großen Brüche durch Magmaströmungen hervorgerufen worden wären. Aber die Deutung der Vardarzone als reine Quetschzone, Trennungszone oder Bruchzone finde ich unbefriedigend, die Beobachtungstatsachen nicht voll ausschöpfend. Meiner Meinung nach ist die Vardarzone, wie schon betont, eine Wurzelzone: Steilstellung der Schichten, eine bunte, unzusammenhängende Schichtfolge, starke Störungslinien und junger Vulkanismus scheinen mir für eine solche Deutung zu sprechen; wie auch der Gesamtbau

Makedoniens, der Kuppelbau der Pelagoniden auf eine geschlossene Deutung im Sinne eines alpinen Fensters hinweist (siehe Tektonogramm in der Beilage!).

### c) *Pelagoniden.*

Reiseroute: Trojaci—Pletvar—Prilep—Bitola—Cerova Poljana (Kajmakčalan)—Bitola; Prilep—Babuna—Veles; Kičevo—Brod—Prilep—Pletvar—Vitolište—Manastir—Vitolište—Gradsko—Titov Veles.

F. Kossmat 1924 prägte den Begriff des „pelagonischen Massivs". Er versteht darunter das kristalline Grundgebirge Westmakedoniens, das sich südlich des Šargebirges emporhebt und in nordnordwest—südsüdöstlicher Richtung eine langgestreckte Aufragung bildet. Sie reicht vom Rande des Skopjer Beckens nach F. Kossmat ununterbrochen bis zur Magnesischen Halbinsel in Nordgriechenland und greift, soweit bekannt war, noch auf den nördlichen Teil der Insel Euböa über. Sie wurde früher als westlicher Teil der Rhodopemasse aufgefaßt und mit ihr gemeinsam als nordägäisches Massiv bezeichnet. So auch noch auf der Übersichtskarte von F. v. Nopcsa 1921 (102). F. Kossmat 1924 konnte aber die Beobachtung machen, daß das westmakedonische Grundgebirge durch einen tiefgefalteten Gürtel von Kreideflysch und eine daran anschließende Schuppenzone aus paläozoischen und mesozoischen Gesteinen völlig von der Rhodope geschieden ist. Es spielt die Rolle eines selbständigen Kerngebietes nach der Art des Gotthard- und Montblancmassivs der Westalpen. Die Bergmassen des westmakedonischen Kristallingebietes sind: Baba und Perister im Westen, Babunagebirge und Kajmakčalan im Osten, die die langgestreckte Ebene von Prilep und Bitola, die den Namen Pelagonija führt, umschließen. Daher schlägt F. Kossmat diese Bezeichnung für das ganze Massiv vor. Die Längenausdehnung dieser größten Grundgebirgsaufragung der westlichen Balkanhalbinsel beträgt nach F. Kossmat in der Nordnordwest—Südsüdost-Richtung vom Becken von Skopje bis nach Nordeuböa rund 420 km, die Breite in der Querlinie Prespasee—Crnabogen nahezu 60 km. Im Gegensatz zu dem fast geraden Ostrande, der durch den steil angepreßten Flysch der Vardarzone gebildet wird, ist der Westrand nicht geschlossen. Es greift hier nach F. Kossmat sowohl das Peristeri-Gebirge als auch die weiter nördlich liegende Baba spornartig nach Nordwesten in das Schiefer-Grauwacken-Gebiet ein.

Diese Definition der pelagonischen Masse nach F. Kossmat mußte genauer gebracht werden, um den Gegensatz zu unserer Abgrenzung der Pelagoniden zu unterstreichen. Denn wir verstehen unter Pelagoniden nur die Gesteinsserien südlich des Vardar und westlich der Vardarzone, östlich der Linie Gostivar—Bitola und nördlich Edessa—Ostrovo, mit einer ungefähren Breite von 50 bis 70 km und einer ungefähren Länge von 130—150 km. In der Schichtfolge unserer Pelagoniden sind prinzipiell die Granit-Gneis-Zonen von den Marmor- und Schieferserien zu trennen. Wir haben Kristallinkerne, „Zentralgranite und -gneise" von einer „Schieferhülle" zu scheiden. Die unter Anführungszeichen gesetzten Begriffe gebrauchte bereits F. Kossmat 1924. In seinem heutigen Habitus läßt sich das pelagonische Kri-

stallin nicht mit dem Rhodopekristallin vergleichen, gesehen aus unserem Kenntnisbereiche, der aber den Großteil der Pelagoniden umfaßt; bestätigt durch die in langer Kriegsgeologenarbeit gewonnene Erfahrung von F. Kossmat 1924. Die Pelagoniden zeigen in den Kern- und Hüllgesteinen eine ausgeprägte Durchbewegung, begleitet von einer Kristallisation (syn- bis posttektonisch); eine Durchbewegung, die Kern- wie Hüllgesteine erfaßte und so gleichartig umprägte. Die Rhodope zeigt dagegen Granitintrusionen in Kristallinserien, in bereits deformierte Gneise und Amphibolite. Das ist ein grundlegender Unterschied, auf den nicht oft genug hingewiesen werden kann.

Die Granite liegen in der zentralen Längsachse des pelagonischen Kristallins. Sie bilden die tiefsten Zonen, die Kernserien der Pelagoniden. Am bekanntesten sind diese aus dem Bereiche von Prilep, die bekannte „Granitmodellandschaft" bauend: Eine kahle, fremdartige Landschaft mit phantastischen Verwitterungsformen (Wollsackverwitterung) der kubisch bis bankig zerklüfteten Granite. Dazu kommt, bedingt durch extrem heißes Sommerklima, eine sonst selten zu beobachtende Abschalung, kugelförmige Absplitterung der Granite. Sie setzen sich in SSE-Richtung in kleinen Vorkommen bis zum Kajmakčalan fort. Es sind Zweiglimmergranite mit teilweise schwach rötlichen Kalifeldspaten. Biotit überwiegt allerdings, neben Muskowit ist auch stellenweise Chlorit vorhanden. Auch kennen wir reine Biotitgranite. Das Gestein ist fein- bis mittelkörnig, große Kalifeldspatindividuen fallen auf.

Dagegen sind die Gneise in den Pelagoniden auf deren Hangendes, auf die Dachzone beschränkt. Zwischen Granit und Gneis herrscht fließender Übergang, keine scharfe Grenze ist zu beobachten. Diese wichtige Tatsache, die auch schon F. Kossmat kannte, muß besonders hervorgehoben werden. Über dem Granit folgen nur wenig struierte, massige Gneise, und in den höchsten Kristallinteilen beobachten wir dünnplattige, dünnschieferige, stark ausgewalzte, feinkörnige Serizitgneise. Daneben auch Biotitgneise, zum Teil auch Zweiglimmergneise. Der Muskowit ist teilweise chloritisiert und verleiht stellenweise den pelagonischen Gneisen einen grünlichen Gesamthabitus[6]. Besonders schön aufgeschlossen sind diese Gneise am

[6] Diese Chloritisierung dürfte mehr eine Zersetzungserscheinung sein und nicht auf eine Diaphthorese hindeuten. Wurden doch im übergeschobenen Altkristallin des Kruševogneiskeiles alle Minerale von Diaphthorese ergriffen und zerstört und nicht nur die am leichtesten anfälligen Glimmer umgewandelt.

Pletvarpaß östlich von Prilep und erinnern sehr an die B-Gneise der Modereck- und der Sonnblick-Decke der Hohen Tauern (siehe auch Ch. Exner, 30). Dann fallen noch Kalifeldspat-Augengneise auf, besonders im Gebiete des Kajmakčalan an der griechischen Grenze. Es kann so weit kommen, daß in diesen Augengneisen die großen Kalifeldspateinschlüsse zwei Drittel des Gesteins ausmachen, die feinkörnige Grundmasse also bei weitem überwiegen. In diesen Typen sind nur kleine Körner Quarz und feine Serizitschuppen noch zu erkennen. Diese Augengneise sind mehr oder weniger niveaugebunden, an das Liegende der feinschuppigen Pletvargneise. Wir dürften nicht fehlgehen, unsere makroskopischen Beobachtungen führten dazu, diese Augenbildung als Folge von Stoffzufuhr zu sehen, da die Augen im Schiefergefüge gewachsen sind. Um umgearbeiteten Porphyrgranit dürfte es sich nicht handeln. Stoffzufuhr wird uns auch deutlich in Feldspat-Glimmer-Pegmatiten des Babunagebietes. Diese liegen auch an der ungefähren Grenze des Granites zum Gneis. Ob diese Stoffzufuhr juvenil ist oder durch Ultrametamorphose, Palingenese, erklärt werden kann, wird nach petrographischer Detailuntersuchung vielleicht zu entscheiden sein, die wir uns vorbehalten möchten. Doch erscheint in der Stellung der Pelagoniden als Metamorphiden palingene Neumobilisation im Vergleich mit den Hohen Tauern stellenweise wahrscheinlich.

Im Hangenden der pelagonischen Gneise finden sich mancherorts an der Basis der tieferen Hüllserie, der Pletvarmarmore, Mischgneise, Amphibolite, Granat- (Staurolith-) Glimmerschiefer. Es handelt sich jedenfalls um altes Dach[7]; die Position dieser Serie ist zu eindeutig: F. Kossmat kennt diese Mischgesteine um Prilep, westlich der Babuna, durch Sommer aus dem Kalabak. Dieses alte Dach ist aus dem pelagonischen Kristallin her injiziert. F. Kossmat beschreibt granat-epidot-reichen Granulitgneis, Granat-Hornblende-Gneis, Zoisit-Epidot-Amphibolit, Granat-Epitot-Quarzit, Hornblende-Epidot-Fels, Granat-Epidot-Amphibolite, Granat-Disthen-Glimmerschiefer mit eingeschaltetem Graphitoidschiefer, Grauwacken und Granatquarzit. Wir sehen im Hangenden der pelagonischen Gneise eine Gesteinsvergesellschaftung mit typomorphen Mineralien eines ganz anderen Tiefenstufen- und Faziesbereiches. Im Kalabak sind Gesteine dieser Alten-Dach-Serie den echten pelagonischen Gneisen zwischengeschaltet, wie die Profile Sommers zeigen. Ähnliches konnte ich selbst am Kajmakčalan beobachten. Schon F. Kossmat 1924 betont, daß „auch in Makedonien die Wechsellagerung von Eruptivgneisen und Glimmerschiefern nicht die Folge einer einfachen lagerförmigen Injektion zwischen aufblätternde Schichtfugen ist,

[7] Den Begriff „altes Dach" haben wir schon erläutert. Vor der Intrusion der pelagoniden Granite waren kristalline, vielleicht auch sedimentäre Serien vorhanden, die von Granit injiziert wurden. Die tiefere Hüllserie (Pletvarmarmor) und die höhere Hüllserie (Kalkphyllite) dürften erst nach dieser Intrusion abgelagert worden sein, da sie keine Beeinflussung durch die Granite zeigen.

sondern eine tektonische Ursache hat". Ich füge noch besonders unterstreichend hinzu, daß in diese Tektonik untere und obere Schieferhüllserien der Pelagoniden nicht miteinbezogen wurden. Wir finden in diesen den pelagonischen Gneisen eingefalteten Dachserien keine Pletvarmarmore! Damit ergibt sich für diese Tektonik eine Altersstellung als Präpletvarmarmor. Es ist eine Relikttektonik in der heutigen tektonischen Struktur der Pelagoniden, die variszisch sein kann, wenn die Pelagoniden ein alpines Fenster sind; wenn dies nicht der Fall ist, muß an prävariszische Tektonik gedacht werden.

Über den Gneisen direkt oder über den zwischengeschalteten Alten-Dach-Gesteinen folgen die Marmore, die Pletvar-Babuna-Marmore. Bisher waren sie nur von der Ostabdachung der Pelagoniden bekannt. Eben von der Babuna, vom Pletvarpaß, von Cerova Poljana, um charakteristische Einzelfundpunkte besonders herauszugreifen. Nun konnten wir sie an der Westabdachung bei Brod ebenfalls entdecken: Dolomitmarmore, dolomitische Kalkmarmore. Sie sind jedenfalls mit der Serie der Pletvarmarmore zu parallelisieren, wie auch die tieferen Teile der in der Treska aufgeschlossenen Marmor- und Kalkglimmerschieferserien. F. Kossmat schloß aus der direkten Auflagerung der „Grauwacken und Tonschiefer" auf das pelagonische Kristallin im Westen auf das variszische Alter der pelagonischen Masse. Doch ergibt sich durch das Auffinden von Marmoren vom Typ Pletvar an der Westflanke der Pelagoniden sehr deutlich die regionale Seriengliederung unserer Pelagoniden: Granit, Gneis, Altes Dach, untere und obere Schieferhüllserien. Doch sind im Norden und Westen die Marmore nicht so mächtig und damit so hervorstechend, wie an der Ostabdachung; das zeigt auch unser Tektonogramm. Ganz allgemein finden sich in unserer unteren Schieferhüllserie, in der Serie der Pletvarmarmore, Kalk- und Dolomitmarmore und alle ihre Übergänge. Feinkörnige Typen herrschen vor, mittelkörnige, rein weiße Marmore sind auch häufig, seltener grobspätige, umkristallisierte, bläulichweiße, schmutzigweiße Typen und Cippoline. Als Cippolin bezeichnet F. Kossmat „feinstreifige Marmorbänder in Wechsel mit Muskowitglimmerschiefern"; also durch Muskowitlagen verunreinigten Marmor. Die Kalkglimmerschiefer liegen im Hangenden der Marmore und führen nach F. Kossmat im östlichen Pletvarprofil 2 Aphibolitbänke mit Albit-Epidot-Porphyroblasten. Nach F. Kossmat bilden die Basis der oberen Pletvarmarmore im Pletvarprofile (siehe Abb. 4) helle Muskowitquarzite. Diese Marmorserien sind im Osten bis zu 1000 m mächtig! Es muß nicht nur an primäre Mächtigkeit gedacht werden, tektonische Anreicherung ist viel wahrscheinlicher. Diese Marmore werden am Pletvar- und Babunapaß (= Sivec) steinbruchmäßig gewonnen, denn sie lassen sich hervorragend bearbeiten. Dolomitmarmore im Bereiche von

Cerova Poljana und Sivec sollen für Bodenmeliorisationen verwendet werden[8]. Die weit verbreiteten Dolomitmarmore, die basalen Muskowitquarzite legen es sehr nahe, diese untere Schieferhüllserie der Pelagoniden, die Pletvarmarmore mit der tieferen mesozoischen Schieferhülle der Hohen Tauern (Trias) zu vergleichen. Handstücke aus diesen zitierten Serien in den Hohen Tauern und in den Pelagoniden sind kaum zu unterscheiden. Bisher wurden diese Pletvarmarmore ohne Angabe von Gründen als präpaläozoisch oder paläozoisch erklärt. Mir erscheint es wichtig, darauf hinzuweisen, daß in den Hymettosmarmoren (pennines Attikafenster der Helleniden) Kalkalgen, Diploporen, gefunden wurden; daß die Carraramarmore des penninen Carrarafensters im Apennin als sicheres Mesozoikum gelten. Handstückmäßig wie auch serienmäßig ist ein Vergleich Pletvarmarmor-Hymettosmarmor-Carraramarmor möglich und ergibt weitreichende Konvergenzen. Es erscheint mir unter diesen Aspekten als naheliegend, mit dem gleichen Recht, mit dem die Pletvarmarmore für präpaläozoisch oder paläozoisch gedeutet werden, in ihnen tieferes Mesozoikum, Trias, zu sehen. Auch das wäre für K. V. Petković kein Beweis für ein alpines Pelagonidenfenster; denn auch Mesozoikum könnte unter den beidseitig abgerutschten Hüllserien vertreten sein. Ich frage aber: Woher kommt aber die starke Metamorphose der Pletvarmarmore, der unteren wie oberen Schieferhüllserie bei der Unaktivität der Granite? Würden Fossilien in den Pletvarmarmoren oder in den Schieferserien gefunden, so wäre eindeutige Entscheidung zu treffen.

Über diesen Pletvarmarmoren folgen Schieferserien, 1500 bis 2000 m mächtig, auf beiden geologischen Übersichtskarten Jugoslawiens ebenfalls als Paläozoikum ausgeschieden. Naheliegend ist die tektonische Mächtigkeit dieser oberen Hüllserien. Im Gebiete von Trojaci fanden wir graue, graublaue Kalkphyllite, Kalkglimmerschiefer, dünnschichtig, gut gebankt, die kalkigen Bänke durch tonig-phyllitische, graphitische Zwischenmittel getrennt;

[8] Folgende ergänzende Mitteilungen verdanke ich K. Jenko: Im Bereiche des Pletvarpasses bilden die Dolomitmarmore und Cippoline die Liegendgruppe der Pletvarmarmore. Doch scheint dies nicht die Regel zu sein, da an anderen Stellen über den Gneisen und Mikaschisten Cippoline und grobkörnige Marmore folgen. Bisher wurden keine Übergänge zwischen Kalk- und Dolomitmarmoren gefunden. Die Pletvar- und Sivecmarmorbrüche stehen nach K. Jenko in reinem Dolomitmarmor mit umgerechnet 57,12% $CaCO_3$ und 44,12% $MgCO_3$. Feinkörnig seien meistens die Dolomitmarmore, grobkörnig die Kalkmarmore. Die ersteren haben gerade Verwachsungen, Kalkmarmore verzahnte. Kontakterscheinungen wurden bisher keine beobachtet. In Sivec kommt im Dolomitmarmor vereinzelt Korund vor; er wurde chemisch und mineralogisch identifiziert.

prächtig aufgeschlossen an der Straße Kavadarci—Pletvarpaß. Sie entsprechen in Habitus, Petrographie und Schichtbestand — auch Grünschiefer sind enthalten — vollkommen den grauen (jurassischen) Bündnerschiefern des Unterengadins, den tieferen Serien des Prätigaus (Clusserie), des oberen Rheintales, der Kalkglimmerschiefergruppe der mesozoischen Tauernschieferhülle. In diesem schon im Felde getroffenen Vergleich stimmten wir mit B. Sikošek überein, der auch das Unterengadiner Fenster kennt. Darüber folgen braune, rostbraun verwitternde sandige Schiefer, Sandkalke, Sandsteine und Feinbreccien, auf beiden jugoslawischen Übersichtskarten als Oberkreide ausgeschieden. Deutlich ist der Metamorphoseunterschied zwischen grauen Kalkphylliten und diesen braunen, sandigen Schiefern. Letztere scheinen weniger metamorph zu sein; sie sind ja auch gröber klastischer. Sie erinnern stark an die Flyschsandsteine und sind nur an den Schichtflächen von Glimmerhäutchen durchzogen. Sie würden somit im Vergleich mit den Ostalpen vollkommen den bunten Bündnerschiefern des Unterengadiner Fensters und den höheren Serien des Prätigauer Halbfensters (Pennin, obere Kreide-Alttertiär) entsprechen (92). Sie stehen in transgressivem Verbande mit den tieferen grauen Kalkglimmerschiefern. Diese wichtige Tatsache ist an der Straße Gradsko—Prilep bei Trojaci eindeutig zu ersehen. Gerade beim Transgressionskontakt und im Liegenden des höheren Anteiles der oberen Pelagonidenschieferhülle schalten sich grobe Konglomerat- und Breccienhorizonte mit Glimmerschiefer-, Gneis- und (Pletvar-) Marmorgeröllen bankweise in die feinerklastischen Sedimente ein. Zur Altersfrage dieser braunen, sandigen Schiefer ist zu sagen: Sie liegen nach dem Übersichtskartenbilde in Zonen, in denen Oberkreide fossilmäßig als Gosau belegt ist. Diese Gosau transgrediert aber über der steilgestellten Vardarzone, wie F. Kossmat überzeugend darlegen konnte. Wenn es sich nun aber um eine alpine, alpin verformte Serie handelt, wie die Gesteinsvergleiche es nahelegen, so müßte sie etwas älter sein, vielleicht Neokom. Wir haben in der oberen pelagoniden Schieferhülle eine höhere, klastische Hüllserie vor uns, die Jura und Kreide umfassen kann — meiner persönlichen Meinung nach. Bisher allerdings auch z. T. als Paläozoikum — ohne paläontologische Beweise — ausgeschieden. Wo ist aber im Sinne von K. V. Petković die Überlagerung dieser oberen Schieferhüllserie, die beim Abgleiten die ausgeprägte Metamorphose erzeugte? Auffallend ist die einheitliche Metamorphose, die alle Schichtglieder der Pelagoniden zeigen, gegen das Liegende sich natür-

lich verstärkend, die Gneise, Quarzite + Pletvarmarmore, graue Kalkglimmerschiefer + braune, sandige Schiefer erfaßt hat. Dieser Schichtbestand, worauf ich schon verweisen konnte, weist größte Ähnlichkeit mit den penninen Serien der Hohen Tauern auf, wobei aber verschiedene abweichende petrographische Details eigentlich selbstverständlich erscheinen. Dieser Vergleich ist voll berechtigt, da durch die Überlagerung der pelagoniden Serien durch Altkristallin am Ljuboten, in der Šar, durch mylonitisiertes Altkristallin im Kruševo-Gneiskeil, ihre Tiefenlage im Gebirgskörper, ihre Stellung als Metamorphiden gegeben und bewiesen ist. Wir haben aber im Detail zu prüfen, was für alpine, was für variszische Metamorphiden und was gegen alpine, was gegen variszische Metamorphiden spricht.

Ähnliche Gesteine wie die zuletzt um Trojaci beschriebene obere Schieferhüllserie, nach F. Kossmat Trojaciserie, sehen wir auch in der Treskaschlucht: steil stehende, gegen Nordnordwest fallende, intensiv verfaltete Kalkglimmerschiefer, Kalkphyllite, grau, graublau, grünlich gefärbt mit stellenweise quarzitischen Zwischenlagen, mit Grünschiefern; sie entsprechen zweifellos der oberen Schieferhüllserie, der Trojaciserie. Die gleiche Gesteinsgruppe lernen wir am Vodno südlich von Skopje kennen, die Vodnoserie F. Kossmats. Den Vergleich dieser Treska- und Vodnoserie mit Trojaciserie zieht auch L. Kober. Er betont die höhere Lage über den Pletvarmarmoren. Über der Treska- und Vodnoserie liegt die Radušadecke mit ihren Schiefern, Serpentinen, mit dem Žedenkalk, Paläozoikum wie Mesozoikum umfassend. Die obere pelagonide Schieferhülle an der Ostabdachung fällt steil gegen Osten unter graue, graublaue Kalkmarmore (Mesozoikum?) der Vardarzone, aus deren buntem, mannigfaltigem Schichtbestand die Radušadecke abgeleitet werden kann. Unter den Treskaschiefern liegen weiße Kalk- und Dolomitmarmore (= Pletvarmarmore). In der Treskaserie ist vom Hangend zum Liegend ebenfalls eine deutliche Metamorphosezunahme zu beobachten. Leider war mir der Besuch des nördlichen Pelagonidengebietes nicht möglich. Unsere Darstellung muß sich auf die vorhandenen, spärlichen Unterlagen stützen.

Wir haben schon beschrieben, wie sich vor allem im Kalabak- und im Kajmakčalan-Gebiet durch Zwischenschaltung von Amphiboliten, Granat-Staurolith-Glimmerschiefern, „Mischgneisen", von „altem Dach", in den pelagoniden Gneisen eine Präpletvarmarmortektonik ergibt. So ergibt sich durch Verfolgung der Marmorzonen der unteren Schieferhülle, der Pletvarmarmore, eine Gliederung des pelagoniden Kristallins. Es ist zweifellos jüngere Tektonik, als die, die das „alte Dach" einfaltete. Sonst wären mit dem alten Dach auch die Pletvarmarmore miteingefaltet. Diese jüngere Tektonik ist wohl am schönsten, unbeschreiblich eindrucksvoll am Pletvarpaß zu sehen, der Prilep und Kavadarci verkehrsmäßig verbindet. Dieses Pletvarprofil wurde schon von F. Kossmat 1924 dargestellt und 1952 von L. Kober neuerdings beschrieben. Dieses Kossmatsche Profil finden wir in Abb. 4 einer Photographie gegenübergestellt. Über dem Prileper

Granit, den hangenden Granitgneisen und injizierten kristallinen Schiefern (altes Dach) liegen weiße Marmore mit reichlich Muskowit an den Schichtgrenzen. Das Einfallen des Prilepkristallins (L. Kober 1952) unter die Pletvarmarmore ist mit 40—45° NE zu messen. Überschoben wird dieser untere Marmorzug von einer Wiederholung des Liegenden, von plattigen, stark durchbewegten, feinkörnigen Serizitgneisen, die sich erst NW des Babunapasses mit der Hauptmasse des pelagoniden Kristallins vereinigen; von L. Kober 1952 Babunakristallin benannt. Darüber folgt an der Basis der zweiten, mehrere hundert Meter mächtigen Marmormasse ein dünnes Band von .Serzitquarziten, das wir nicht auffinden konnten. Diese oberen Pletvarmarmore werden am Pletvarpaß in mehreren großen Steinbrüchen abgebaut. Sie zeigen gegen ihr Hangendes immer mehr Serizitzwischenlagen, sind eigentlich schon Kalkglimmerschiefer. Dunkle, aber hellgefleckte Amphibolite fallen als bankförmige Zwischenlagerung auf. Nach F. Kossmat zeigen sie im Schliffbild graugrüne Hornblende und hirsekorngroße Albitporphyroblasten, die von Schwärmen kleiner Epidotkörnchen in helizitischer Anordnung durchzogen sind. Dieses Profil zeigt ein deckenartiges Aufliegen des Babunakristallins mit seiner unteren Schieferhülle auf den tieferen Pletvarmarmoren des Prilepkristallins. Diese höhere Babunadecke (Schuppe) mit ihren flaserigen, stark ausgewalzten Serizitgneisen ist auf 15—20 km streichender Länge auch auf dem Kartenbilde der geologischen Übersichtskarten zu verfolgen. Prilep- und Babunakristallin werden durch eine Marmormulde getrennt, die sich wenige 1000 m südlich des Pletvarpasses mit der Hauptmasse der Pletvarmarmore vereint. F. Kossmat zeichnet in seinem Profile mehr eine Schuppenstruktur. Doch ist dieses Pletvarprofil eines der schönsten ganz Makedoniens, überwältigend in seiner Klarheit, wie die kahlen, weißen Mauern der Marmore gegenüber den grauen, kümmerlich bewachsenen Gneisen kontrastieren; über den oberen Pletvarmarmoren folgen die Kalkphyllite unserer oberen Schieferhülle. Genau das gleiche Bild bietet das Profil Prilep—Izvor über den Babunapaß, wenige Kilometer nördlicher, was schon F. Kossmat 1924 und L. Kober 1952 betonen.

Die Pelagoniden zeigen ein regionales NNW—SSE-Streichen mit all ihren Serien, Kristallin, Marmoren und Schieferhülle. In ihrem Ostteil zeigen sie regionales Ostfallen unter die Vardarzone, in ihrem Westteil regionales Westfallen unter den Kruševo-Gneiskeil und die Korab-Perister-Zone. Im Norden tauchen sie unter die Raduša- und Ljuboten-Decke im Šargebirge. Der Kuppelbau, auch auf unserem Tektonogramm festgehalten, ist unzweifelhaft. Die

Abb. 4a.

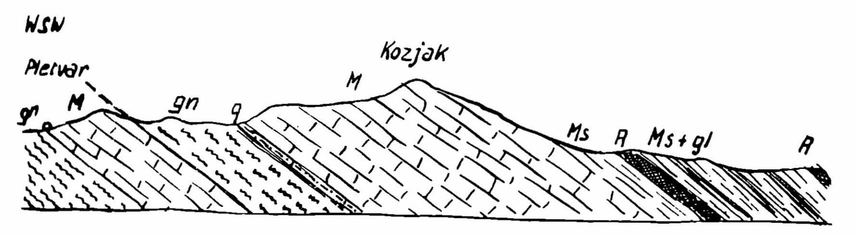



Abb. 4b.

Abb. 4. Ansicht des Pletvarpasses von SSE gegen NNW (Phot. W. Med. 1954) in Abb. 4a dem geolog. Profil von F. Kossmat 1924, 77, in Abb. 4b gegenübergestellt: gn = muskovitreiche schuppige Gneise mit untergeordneten Glimmerschiefereinlagerungen, q = Muskovitquarzit, M = weißer Marmor mit lagenweise eingestreuten Muskovitschuppen, Ms + gl = feinstreifige Marmorbänder („Cipollin") in Wechsel mit Muskovitglimmerschiefern, A = Amphibolit mit Albit-Ephidot-Porphyroblasten.

Pelagoniden zeigen eine Breite von 50 bis 70 km und eine Länge von 130 bis 150 km. Diese Serie der Pelagoniden reicht nicht mehr weit nach Süden. Das ist ebenfalls der Übersichtskarte von K. Osswald (112), von St. Bončev (6), von V. Mikinčić (97), wie der neuen geologischen Karte von Griechenland (136) zu entnehmen. Nördlich von Ostrovo legen sich nach den beiden letztzitierten Karten metamorphe Kalke und Marmore über axial abtauchende Gneise. Südlich von Ostrovo legt sich in Zusammenhang mit dem Golf von Saloniki transgressives Neogen und transgressive Oberkreide über die Pelagoniden. Südlich davon erhebt sich der Olymp, aufgebaut aus Altkristallin.

Besonders interessant erscheint auch der Vergleich der Kluftmineralparagenese der Pelagoniden mit der im penninischen Fenster der Hohen Tauern[9]. Aus dem Gebiet um Dršilovo sind Goldquarzgänge mit grauem Glasquarz, Pyrit und gediegenem Feingold ohne Arsenkies bekannt. Nördlich von Babuna finden sich Quarzgänge mit Rutil. Sphen (Klufttitanit) ist von Dunje und Kokre bekannt. Scheelite (selten) und Apatite (Kluft-) kommen bei Bogomila vor. Eine typische Gangparagenese stellen Sphen, Adular und Epidot wie wenig Bergkristall dar. Daneben noch Turmalin, Beryll (grün, blau) bei Vitolište wie Feldspat und Glimmer (Muskowit) in Pegmatiten (Babunagebiet). Die Mineralparagenese von Rutil, Epidot, Adular, Sphen, Scheelit, Apatit, Goldquarzgängen entspricht weitestgehend der jungen Tauernmineralisation und wurde in Diskussionen mit H. Leitmeier und H. Haberlandt anerkannt. E. Clar verwies in Diskussionen auf die an Granite gebundenen Feldspat-Glimmer-Pegmatite und betonte das Fehlen von gleichartigen Vergleichspunkten in den Hohen Tauern. Dagegen erwiderte mir K. V. Petković mündlich, daß ihm eine solche Mineralparagenese auch aus typischem Rhodopekristallin, so vor allem von Jestrabac (nördlich von Kumanovo), bekannt ist.

Ein Vergleich der bestehenden geologischen Übersichtskarten Jugoslawiens (K. V. Petković, V. Mikinčić) mit unserem Tektonogramm ergibt, abgesehen von der tektonischen Deutung, auch starke Abweichungen im geologischen Kartenbild, in der Darstellung der verschiedenen stratigraphisch-petrographischen charakterisierten Gesteinszonen. In keiner der beiden Karten erscheint der petrographische Unterschied zwischen pelagonidem und rhodopidem Kristallin berücksichtigt. Die Schieferhülle der Pelagoniden, bisher als metamorphes Paläozoikum oder als metamorphe Kalke unbestimmten Alters ausgeschieden, konnte in eine tiefere Marmor- und eine höhere Kalkglimmerschiefer-, Kalkphyllitserie gegliedert werden. St. Bončev versuchte, auf seiner geologischen Karte der östlichen und zentralen Balkanhalbinsel zweifellos die Pelagoniden hervorzuheben. Der Sonderstellung des Pelagonidenkristallins wurde durch Ausscheidung von Granit und Paraschiefern mit Marmor so einigermaßen Rechnung getragen. Auch haben unsere Untersuchungen ergeben, daß Peristergranit und Kruševogneiskeil nicht als pelagonides Kristallin angesprochen werden können. Zeigt doch der Kruševogneiskeil nur stark mylonitisiertes Altkristallin, Diaphthorite. Hier abbauende, zerstörende Metamorphose, in den Pelagoniden aufsteigende Metamorphose. Gerade dieser Gegensatz wird ein wichtiger Beweispunkt für die Stellung der Pelagoniden als Metamorphiden. Auch ergab sich die Not-

[9] Die folgenden Angaben verdanke ich K. Jenko, Skopje.

wendigkeit, das Mesozoikum an der albanischen Grenze (Debar—Struga—Ohrid) vom Mesozoikum abzutrennen, das dem metamorphen Paläozoikum der Korab-Perister-Zone auflagert. Ersteres liegt diskordant, in einer Überschiebung auf den paläozoischen Schiefern, äquivalent der westmontenegrinisch-kroatischen Hochkarstzone (F. Kossmat 1924), äquivalent den dinariden Kalkalpendecken. Das zweite Mesozoikum wurde von V. Mikinčić als metamorphe Kalke unbestimmten Alters aufgefaßt. Doch die Lage dieser schwach kristallinen Kalke über roten permischen Serien mit Sandsteinen und vor allem Gips scheint uns für Mesozoikum zu sprechen. In Vardarzone und Rhodopiden stimmt unser Tektonogramm (siehe Beilage!) weitgehend mit dem bisherigen Kartenbilde überein. Die wesentlichsten Neuergebnisse und bedeutendsten Veränderungen zeigt unser Tektonogramm in der Šar planina. Zeichnet doch K. V. Petković in der Šar Paläozoikum im allgemeinen mit 3 mesozoischen Auflagerungen und südwestlich des Ljuboten 2 kleine Gebiete Granit. V. Mikinčić zeichnet nur metamorphes Paläozoikum und metamorphe Kalke unbestimmten Alters, südwestlich vom Crni vrh 6 kleinere Vorkommen von Graniten und Dioriten. Wir waren daher nicht wenig überrascht, zu sehen, daß in der Šar planina über der Radušadecke vom Lepenactal—Ljuboten bis zum Crni vrh nur Altkristallin liegt und kein Paläozoikum. Im Turčin (Titov vrh) liegen metamorphe Serien der Radušadecke, die nicht mit dem Paläozoikum der Korab—Perister-Zone verglichen werden können. Es liegen eben leider noch zu wenig detaillierte Aufnahmen vor, die für solche Übersichtskarten verläßliche Grundlagen bilden könnten. Aber die ältere Übersichtskarte von K. V. Petković gibt guten Gesamtüberblick und läßt die einzelnen von uns beobachteten Zonen schon klar erkennen. Die jüngere Übersichtskarte von V. Mikinčić ist in ihrer Gesamtheit wesentlich uneinheitlicher, dadurch nicht so übersichtlich und in Makedonien nicht immer verläßlich; in ihrer Darstellung des angrenzenden österreichischen Anteils und vor allem da der Hohen Tauern aber nicht immer zutreffend. L. Kobers Tektonogramm 1952 zeigt deutlich die Änderung des Bauplanes und der Bauelemente der Dinariden in Makedonien, während in der morphologischen Übersichtskarte von Makedonien auf geologischer Grundlage von F. Machatschek 1955 (87) nicht einmal die Vardarzone zu erkennen ist.

Das sollte nur gesagt werden, um aufzuzeigen, welche Schwierigkeiten sich uns entgegenstellten, daß unser Tektonogramm in der Beilage im wesentlichen auf die Kartierungen während unserer Übersichtsbereisungen aufgebaut ist und wie notwendig es ist, die Geologie und die Verteilung stratigraphisch-petrographisch charakterisierter Zonen darzustellen[10].

[10] Fossilfunde in den sedimentären Serien der Pelagoniden wären natürlich sehr wichtig. So war auch die Mitteilung von J. Duhovnik nach meinem Referate auf der südostgeologischen Arbeitstagung in Leoben (Oktober 1955) hoch interessant, daß in Schiefern des pelagonischen Massivs devonische Fossilien gefunden worden seien. Der Fundpunkt liegt südsüdwestlich von Kičevo bei Brždani. Er liegt, wie wir bei einer Aussprache feststellen konnten, westlich des Kruševogneiskeiles und damit eindeutig in der Korab—Perister-Zone. In letzterer Zeit wurden im Verbande der chamositführenden Schieferserien schon mehrere Fundpunkte ähnlichen Devons gefunden. Daß dieser neue Devonfundpunkt, der *Spiriferen, Goniatiten, Crinoiden, Tetrakorallen* usw. erbrachte, nicht in pelagoniden Serien liegt, bestätigte K. Jenko brieflich.

Nun wurden aber doch in den Pelagoniden, in der Schieferhülle des Kajmakčalangebietes, vor kurzem Fossilien gefunden, wie mir B. Sikošek gerüchteweise schon vor längerer Zeit mitteilte! Diese Nachricht, im Herbst 1955 von J. Duhovnik noch schärfstens bestritten, bestätigten mir K. V. Petković und K. Jenko im Juli 1956. Gefunden wurden Hippuriten: Nach K. V. Petković in Äquivalenten der Pletvarmarmore, nach K. Jenko in Kalkschiefern unserer höheren pelagoniden Schieferhülle. An diesen Funden besteht daher nicht mehr der geringste Zweifel. Auf Grund dieses Fundes rechnet K. V. Petković, wie er mir in langer Diskussion mitteilte, mit der Möglichkeit, daß auch in den Pletvarmarmoren Mesozoikum vorliegt! Die Bedeutung dieses Hippuritenfundes werden wir erst dann abschätzen können, wenn die Begleitumstände und näheren Einzelheiten publiziert vorliegen.

### *d) Raduša Decke:*

Reiseroute: Skopje—Raduša—Orašje—Tetovo; Tetovo—Popova Šapka—Titov vrh (Turčin); Tetovo—Belovište—Ljuboten—Crni vrh—Prizren; Raduša—Kačanik—Strepče.

Schon bei der Besprechung der Vardarzone haben wir versucht, darzustellen, daß ein tieferer Teil der Vardarzone als Raduša Decke abzutrennen ist; vor allem im unteren Vardartal wäre es der zwischen Elenschuppe und Pelagoniden gelene Anteil. Sie bildet die höchste Serie der Pelagoniden. Als Rahmenzone bildet sie die Grenze von den Pelagoniden zum Altkristallin der auflagernden Ljuboten Decke. Ihre Schichtfolge umfaßt neben paläozoischen Schiefern, Serpentinen, eine reich gegliederte, fraglich mesozoische Abfolge. Dadurch ergibt sich auch der Gegensatz zur Vardarzone und vor allem zur Korab-Perister-Zone (siehe Tektonogramm in der Beilage!). Denn auf den bisherigen Übersichtskarten sind im Verbreitungsgebiet der Raduša Decke nur paläozoische Schiefer oder Kalkmarmore unbestimmten Alters angegeben, in gleicher Signatur wie pelagonide Schiefer, wie die kalkig-schieferigen Serien der Korab-Perister-Zone.

G. Hiessleitner 1951/52 (44) beschreibt die Geologie und Schichtfolge des Chromerzbereiches von Raduša ausführlich: Die Žedenkalke wären kristallin bis halbkristallin, druckklüftig, mäßig dünnstriemig, mäßig bankig, meist massig, mittelkörnig bis dicht. In der Nähe der Serpentinkontakte, auf jeden Fall in hangenden Teilen der Žedenkalkmasse, sind rötliche Kalktypen verbreitet. Die darüber folgenden Schiefer der paläozoischen Velesserie werden durch zwischengeschaltete Kalkzüge, durch Übergänge zur Hauptmasse des Žedenkalkes verbunden, beschrieben. Die Auflagerung der Žedenkalke auf das Altkristallin im Ljuboten wie ihre Lage über der nächsttieferen, „wohl präkambrischen Trojaciserie" werden von G. Hiessleitner als Beweise gegen die Kossmatsche Auffassung vom Triasalter des Žedenkalkes herangezogen. Wie wir aber noch darzustellen haben, sind die karbonatischen Gesteine am Ljubotengipfel keine Žedenkalke, sondern Kalkglimmerschiefer und Kalkmarmore mit höherem Metamorphosegrad und stehen nicht in Verbindung mit dem Žedenkalk um Raduša. Die Kalk-

glimmerschiefer des Ljubotengipfels liegen auf dem Altkristallin und dieses ist als Ljubotendecke auf die Serie der Radušadecke überschoben, wie unsere Beobachtungen ergeben haben. Daß man bei der „präkambrischen" Trojaciserie auch an Mesozoikum denken muß, darauf wurde schon hingewiesen. So erscheint mir die Kossmatsche Auffassung vom Triasalter des Žedenkalkes gar nicht grundlos[10a]. Beachtenswert scheint uns auch, daß der Žedenkalk stellenweise stark dolomitisch ist; auch ist er stellenweise stark verkieselt, wobei an sedimentäres $SiO_2$ (Kieselkalk) gedacht werden kann, da keine Zufuhradern zu beobachten waren. Über den Tonschiefern, phyllitischen Tonschiefern mit Schieferkalken, folgt der Peridotitserpentin in „zweifellos beträchtlicher Bewegungsbahn" (G. Hiessleitner, 44, p. 25). Der Hangendverband besteht aus transgressiver Oberkreide als Hangendkappe über dem Serpentinmassiv, soweit nicht auch noch die Velesserie als ursprüngliches Hangendhüllgestein, wenn auch in stark gestörter Lagerung, anzunehmen ist. Im Inneren des Serpentinmassivs herrscht ruhiger Bau, während in den Randzonen komplizierter Schuppenbau von G. Hiessleitner beschrieben wurde.

Nach L. Kober 1952 entspricht die Radušaserie der Lepenacserie im Norden des Ljuboten, dem ich beipflichten möchte, da sie die gleiche Schichtfolge aufweist. Auch hat sich 1954 noch ein weiterer Schichtbestand gefunden, der mit der Radušaserie oder Raduša Decke verglichen werden muß. Es sind die Gesteinsserien um Popova Šapka—Turčin (Titov vrh): Wir finden dort basal kalkarme Phyllite, Quarzphyllite, weniger Glimmerschiefer, Phyllonite und überwiegend als Zwischenschaltungen Diabase und Grünschiefer in den verschiedensten Stadien der Durchbewegung und Metamorphose und auch kleine Serpentinkörper. Darüber folgen weißgraue Bänderkalke (40—60 m), dunkle, fast schwarze Kalke (40—70 m), Kalkschiefer, hellweiße, z. T. gräuliche Dolomite, dolomitische Kalke, z. T. stark verschiefert. Darüber folgen Kalkschiefer, Kalkphyllite, kalkige Glimmerschiefer (200—300 m); auffallend sind in ihnen feinbrecciöse, sandige und auch gröberbrecciöse Partien und vor allem bankweise die Führung von roten Hornsteinen (Radiolariten?). Zu letzteren gesellen sich Grünschiefer (20—30 m). Schon diese Paragenese von roten Hornsteinen (Radiolariten) und grünen Gesteinen (Ophiolithen) bei Vorhandensein feinbrecciöser Kalkschiefer, gibt Anlaß auf Mesozoikum- (Jura-) Verdacht. Die verkieselten (verquarzten?) hellen, weißgelblichen, dichten (feinkristallinen) Dolomite fallen durch ihre gelbe, rostbraune Verwitterung im Gelände auf und bauen auch die Gipfelpartien Makedoniens höchsten Berges, des Titov vrh (Turčins) ⊙ 2702, auf. Gerade diese Gesteine sind sehr ähnlich

[10a] K. Jenko machte mir im Juli 1956 die höchst interessante und erfreuliche Mitteilung, daß er vor kurzem in typischem Žedenkalk Fossilien gefunden habe. Ihr erste, flüchtige Überprüfung soll weit eher Mesozoikum als Paläozoikum erwarten lassen. Auch hier heißt es noch warten auf die Bestimmung und Veröffentlichung.

dem Žedenkalk. Das Gebiet um Popova Šapka—Titov vrh ist beherrscht durch Schuppenbau, wie er auf der Profilskizze in Abb. 5 zu sehen ist. Markant im Gelände hervortretend die hellen, 200 bis 300 m mächtigen Kalk-Dolomit-Klippen in mehreren Staffeln. Die flachen Rücken, Höhen und Mulden sind dagegen durch Schiefer geformt. Es ist sicherer Schuppenbau, gegeben durch das Wiederkehren der gleichen Gesteinsserien, der gleichen Gesteinstypen, durch starke Bewegungshorizonte, Mylonitzonen im Liegenden der Dolomite. Auch ist ein starker Mächtigkeitswechsel in horizontaler Richtung zu beobachten. Im großen und ganzen sehen wir hier einen Typus in Bau und Schichtfolge, der uns vor allem im Unterostalpin der Alpen entgegentritt. Noch deutlicher wird dieser Unterostalpinvergleich der Popova-Šapka-Serie durch ihre allgemeinen Lage[10b]. Diese leicht metamorphen Kalk- und Schieferserien, NNE—SSW streichend, mit gleichgerichteten Bewegungsachsen, setzen sich in nordöstlicher Richtung bis zum Crni vrh fort. Aus letzterem Gebiete beschrieb F. Heritsch (37, 38) eine schlecht erhaltene Fauna von *Orthoceren* und *Korallen* als mögliches Silur-Devon. Am Crni vrh findet die Serie von Popova Šapka ihre östliche Begrenzung. Sie fällt, herrlich eindeutig in der vegetationsarmen Landschaft aufgeschlossen, gegen ESE unter das Altkristallin von Bistrica—Jezero—Piribek—Ljuboten, unter das Para- wie Orthokristallin der (im Vergleiche: ostalpinen) Ljuboten Decke. Klar fallen die hellen, wandbildenden Karbonatserien mit 40—50° unter das felsige dunkle Altkristallin. Somit ist die gleiche Stellung wie bei der Raduša Decke feststellbar und ist mit ihr auch im Schichtbestand gut vergleichbar. Dagegen ergeben sich im Schichtbestand der Popova-Šapka-Serie kaum Vergleichspunkte mit den paläozoischen Kalk- und Schieferserien der Korab-Perister-Zone. Damit muß der vermeintliche Hoffnungsbereich für die Chamositlagerstätten Žvan und Taimište (bei Kičevo) noch weiter nach SW (W), gegen Korab und die albanische Grenze hin verlegt werden. Andererseits beachten wir aber die Lage der Raduša Decke über der Treska—Vodno- (= Trojaci-) Serie als höchste Hüllserie der Pelagoniden.

Die Raduša Decke folgt einmal der Ostabdachung der Pelagoniden, gefolgt vom Altkristallin der Elenschuppe. Dann folgt sie aber dem Vardar und schwenkt in west-östliche Richtung um und erreicht hier wohl maximale Verbreitung. Sie liegt N und S des Ljubotens, im Raduša- und Lepenactal, und vereinigt sich west-

[10b] Spätere Spezialaufnahmen des Geološki Zavod Makedonije erbrachten im gleichen Gebiete zahlreiche Hinweise auf mesozoisches Alter dieser Popova-Šapka-Serie.

lich vom Crni vrh und zeigt im Gebiete von Popova Šapka und Turčin einen deutlichen Schuppenbau. Ihre Grenze zur Korab-Perister-Zone, die im Bereiche von Gostivar—Korab zu erwarten ist, konnte ich leider nicht beobachten. Nach meinen bisherigen Erfahrungen müssen wir aber rechnen, daß sie die Korab-Perister-Serie unterteuft und letztere zusammen mit Ljubotenkristallin verantwortlich für die einheitliche Metamorphose aller pelagonischen Serien ist. Eindeutig ist ihre Position bestimmt durch das Auflagern auf den höchsten Serien der Pelagoniden (Treska-Vodno-Serie) und im Überlagertwerden durch Altkristallin im Ljuboten.

### *e) Ljuboten Decke:*

Reiseroute: Raduša—Staro Selo—Ljuboten—Piribek—Jezero—Bistrica—Crni vrh—Ljubinje—Rečane—Prizren; Raduša—Gorance; Kičevo—Brod (Kruševogneiskeil); Prilep—Kruševo—Bučin—Bitola (Kruševogneiskeil); Trojaci—Kavadarci, Izvor—Titov Veles (Elenschuppe).

Namensgebend wurde für diese altkristalline Einheit der Ljuboten, das Wahrzeichen von Skopje. Denn das Šargebirge gestattet in ausgezeichneter Weise die Beobachtung, daß die paläozoisch-mesozoischen Gesteinsserien der Raduša Decke von altkristallinen Gesteinen überlagert wird. Dieses Abtauchen der Raduša Decke unter die Ljuboten Decke ist im Süden zu beobachten, im Westen besonders eindrucksvoll im Bereiche des Crni vrh wie im Norden, im obersten Lepenactale. Im Osten reicht das Altkristallin bis an die Vardarzone, mit Schuppen in dieser. Von der Vardarzone, von der Wurzel, bis etwa zum Crni vrh ergibt sich eine Überschiebungsweite von 20 bis 24 km E—W-licher Richtung.

Der „Geologie der zentralen Balkanhalbinsel" von F. Kossmat 1924 entnehmen wir, daß Ami Boué schon vor fast 130 Jahren einen Granitgneis am Nordabhang des Šargebirges gefunden hat. Ähnliches berichtete auch Viquesnels 1842/43 (154). Nach F. v. Nopcsa 1905 (101, p. 98) zieht dieser unter dem Kamme zur Südabdachung durch, da er nördlich von Tetovo — dem Kalkandelen der alten Karten — große Rollblöcke „von Protogin" entdeckte. Zum Anstehenden konnte F. v. Nopcsa nicht vordringen. Die Gesteinsgesellschaft wäre auch nach F. Kossmat im allgemeinen wohl identisch mit der weiter nördlich beobachteten, denn es werden im weiten Umkreis Chloritschiefer, Amphibolite, Serizitphyllite und Quarzite angegeben; am Nordosthang des Ljuboten ⊙ 2496 (Ljuboten bei F. Kossmat) beobachtete K. Gripp (35, 36) Gneise und kristalline Schiefer mit Marmorlagen. F. Kossmat (77) deutet diese Beobachtungsergebnisse als Granitgneiskappen mit ihren Hüllschiefern, die gerade noch von der Erosion angeschnitten wurden. Dieses Kristallin wäre nach dem gleichen Forscher ganz offenkundig als der nördlichste Vorposten des pelagonischen Grundgebirgsmassivs zu deuten, dessen typische Granitgneise F. Kossmat zum letzten Male südlich des Beckens von Tetovo—Gostivar, an der Straße Kičevo—Brod querte. Die Kartendarstellung zeigt in der Šar planina „ungegliedertes Paläozoikum mit Marmorlagen unbestimmten Alters" in weitester Verbreitung und

in den Gipfelpartien von Ljubotrn (= Ljuboten ○ 2496), Kobilica (= Crni vrh ○ 2587) und Babašnica (= Turčin ○ 2702 = Titov vrh) „Triaskalke und Dolomite". In letzterer Signatur wurde auch das Žedengebiet und das Gebiet der Treskaschiefer ausgeschieden. Nordwestlich und südwestlich des Ljuboten finden wir 2 elliptische Ausscheidungen von „Ortho- und Paragneisen mit Glimmerschiefern".

Das Kartenbild der älteren geologischen Übersichtskarte von Jugoslawien von K. V. Petković (118) ist ähnlich der Kossmatschen Deutung: „Paléozoique en général (schistes cristallines du IIme groupe)" nehmen den Hauptteil der Šar planina ein; die Gipfelpartien von Ljuboten und Crni vrh sind als „Trias moven et superieur" eingezeichnet, wie 2 kleine Flecken von Graniten zwischen diesen beiden Gipfeln. Die Darstellung auf der neuen jugoslawischen Übersichtskarte von V. Mikinčić (97) ist ähnlich den 2 bisher geschilderten: Die größten Teile der Šar planina sind in der Signatur von „Paléozoique en général (Paléozoique métamorphique)" gehalten wie auch der Vodno S Skopje mit zahlreichen Kalk- und Marmoreinlagen in gleicher Signatur wie die Treskaschiefer, Pletvarmarmore und Trojaciserie („Calcaires métamorphiques d'âge indétermine"). Zwischen Ljuboten und Crni vrh finden wir keine Granite verzeichnet, wohl aber nördlich und nordwestlich des Turčin (Titov vrh) um Dragaš.

G. Hiessleitner (44) befaßt sich in seiner „Serpentin- und Chromerzgeologie der Balkanhalbinsel auch ausführlich mit der östlichen Šar planina im Zusammenhange mit dem Chromerzgebiet von Raduša—Jezerina. Danach wird die östliche Šar aus Kristallin aufgebaut; in ihrem Norden (Lepenactal) und ihrem Süden durch die serpentinführenden Serien mit Žedenkalken und Phylliten, Kalkschiefern und Grünschiefern. Im Westen wird das Šarkristallin in nordwest-südöstlicher Grenze von einer zum Teil altpaläozoischen Serie von Kobilica—Crni vrh abgelöst; sie unterteuft nach eingetragenen Fallzeichen das Šarkristallin und führt Kalke zum Žedentypus.

G. Hiessleitners Karte dürfte auch für L. Kober 1952 (65) bestimmend gewesen sein, auf seinem Tektonogramm in der Šar Kristallin auszuscheiden. Im Sammelprofil der gleichen Arbeit erkennen wir eine Vardarkristallinzone über Babunakristallin, Prilepkristallin, Bitolakristallin, Perister- und Korabkristallin, allerdings im Sinne eines präalpinen Deckenbaues. L. Kober spricht von einer Ljuboten—Kara-Dagh-Serie, von Ljubotiden über der Lepenacserie (unsere Radušadecke), wurzelnd in der Vardarzone. L. Kober erkannte auch, daß, wenn man in den Pelagoniden ein „Fenster" suchte, ein solches nur in den eigentlichen Pelagoniden um Prilep zu sehen wäre. Die abzutrennenden Korabiden wären eine Zwischenzone zu den Merditiden, die Ljubotiden aber ostalpine Decke, also typische Zentraliden. L. Kober unterstreicht besonders die Bedeutung des Ljubotenkristallins als Beweispunkt für mögliche Metamorphiden.

Nach einem Profile von G. Hiessleitner (44, Abb. 10, p. 29) ist der Kalk des Ljubotengipfels durch Phyllite und Quarzphyllite von tieferen Kalken getrennt, an die sich gegen Süden Phyllite und dann das Radušaserpentinmassiv anschließen. Nach der Kartendarstellung von G. Hiessleitner, in der gleichen Arbeit, reichen die Kalke vom Žedentypus vom Talgrund — im Anschluß an das Radušaserpentinmassiv — bis zum Ljubotengipfel.

Das widerspricht unseren Beobachtungen: Die Radušaserie wird vom Šarkristallin überlagert, und diesem erst liegt in 1600 bis 1700 m Höhe oberhalb der Ljubotenhütte (Planinski dom

Ljuboten) eine Folge von Kalkglimmerschiefern und Kalkmarmoren mit phyllitischen Zwischenlagen auf. Letztere Serie baut die markanten Gipfelpartien des Ljubotengipfels und ist in isolierten Massen im Šarkamm bis zum Piribek zu verfolgen; somit auch hier eine kleine Abweichung von G. Hiessleitners Aufnahme. Die Grenze Kalkglimmerschiefer—kristalline Schiefer ist größtenteils durch Schuttfelder verdeckt, doch durch ein Quellniveau charakterisiert (siehe die Photographie in Abb. 6 auf Tafel 2). Das basale Kristallin mit Glimmerschiefern, Phylliten und Gneisen ist tektonisch stark mitgenommen. Die tieferen Teile der Kalkglimmerschiefer-Kalkmarmore zeigen verbreitet Breccien; graue Trümmer kristallinen Kalkes schwimmen in rötlicher Grundmasse. Bei Abnahme der Breccien gegen das Hangende ist ein zunehmender Dolomitgehalt zu beobachten. Die ganze Kalkserie ist an die 900 m mächtig, der brecciöse Anteil davon 200—300 m. In den höheren Teilen dieser Marmorserie ist Breccienbildung nur lokal. In der Ljubotenwestscharte fand K. Jenko auf unserer Begehung Crinoiden; leider in einem Zustande, der eine Bestimmung aussichtslos erscheinen läßt. Zur Altersfrage sind wohl folgende Überlegungen leitend: Auffallend ist die Beobachtung, daß im Hangenden von Altkristallin, das petrographisch nicht mit pelagonidem Kristallin verglichen werden kann, Kalkglimmerschiefer mit einer Metamorphose auftreten, die höher erscheint als jene, von der die Žedenkalke im Liegenden des Šarkristallins betroffen worden sind. Die Ljuboten Decke ist nach der bisherigen Kenntnis zusammen mit der Debarzone die höchste tektonische Einheit im Raume der Pelagoniden. F. Kossmat neigte zur mesozoischen Altersdeutung. G. Hiessleitner kommt im Zusammenhange mit seiner paläozoischen Altersdeutung der ultrabasischen Massen, aller Ophiolithe, zu einer paläozoischen Altersstellung der Žedenkalke, wofür auch ihre Auflagerung auf Ljubotenkristallin und auf Trojaciserie mitbestimmend wären. Im Falle der Ljubotenkalkglimmerschiefer kann diese paläozoische Alterseinstufung möglich sein. Bei mesozoischer Datierung müßte aber die Metamorphose bei Metamorphidenbau in den Pelagoniden durch die Debar Decke bedingt sein. Bei variszischem Bau der Pelagoniden fehlt uns aber bei mesozoischer Altersannahme ein die Metamorphose bedingender höherer Deckenkörper.

Das Kristallin im Liegenden der eben beschriebenen Kalkglimmerschiefer, vor allem Paragneise und -glimmerschiefer, ist stark vergrünt. Muskowite, Biotite und auch die Feldspate sind chloritisiert. Der Gesteinsbestand bis in petrographische Details ist ohne weiteres mit ostalpinem Kristallin, wie ich es z. B. aus der

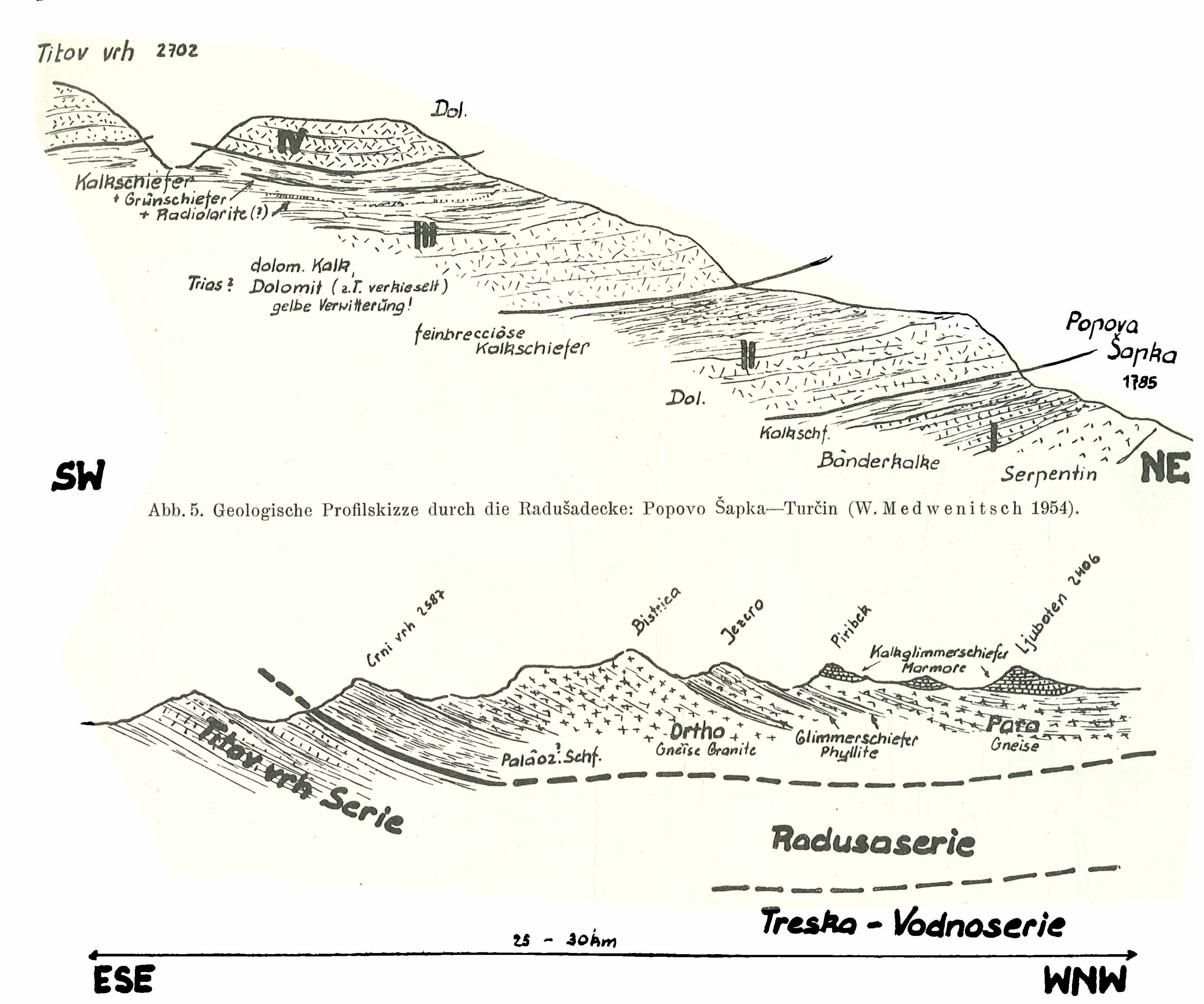



Abb. 5. Geologische Profilskizze durch die Radušadecke: Popovo Šapka—Turčin (W. Medwenitsch 1954).

Abb. 7. Geologische Profilskizze durch die östliche Sar planina (Ljuboten—Crni vrh) (W. Medwenitsch 1954).

Silvretta kenne, vergleichbar. Ein sehr schönes Profil in diesem Ljubotengebiet lernten wir von Staro Selo zur Ljubotenhütte kennen. Oberhalb des Dorfes Staro Selo wird stark vergrünter, tektonisch stark mitgenommener Paragneis zu Kleinkopfpflaster verarbeitet; dieser Steinbruch ist in der Hiessleitner-Karte als Žedenkalk eingetragen. Das Kristallin der Ljuboten Decke liegt allseitig auf den Gesteinen der Raduša Decke, die auch nach G. Hiessleitner mit der Velesserie zu parallelisieren ist. Es ergibt sich so die Möglichkeit, die Raduša Decke von der eigentlichen Vardarzone (= innere Schiefer- und Hornsteinzone) abzutrennen; das ergibt auch die Einschuppung von ljubotischem Altkristallin bei Kačanik an der ungefähren Grenze Vardarzone—Raduša Decke. Diese Beobachtung finden wir in den Arbeiten von G. Hiessleitner und L. Kober bestätigt. Nach L. Kober scheint dieses Altkristallin die vorliegende paläozoische Lepenacserie von Osten her zu überschieben.

„Dieses Altkristallin gehört offenbar dem Südteil des Kara dagh an. Es ist möglich, daß dieses Altkristallin den Hang des Ljuboten aufbaut. Hiessleitner gibt ein Profil, in dem er Gneis und Glimmerschiefer zeichnet. Ist das der Fall, dann möchte ich glauben, daß die Ljubotenserie die Lepenacserie überschoben hat. Sind die Radiolarite des Lepenactales mesozoisch, stecken diese Radiolarite in der Überschiebung, dann ist diese alpin" (L. Kober 1952, 65, p. 37).

Wir sind so in der glücklichen Lage, die Wurzel für die Ljuboten Decke aufzeigen zu können, hier im Norden, wie weiter im Süden in der Elenschuppe für den Kruševo-Gneiskeil.

Die Nordgrenze des Ljubotenkristallins zeichnet G. Hiessleitner (44, Abb. 10. p. 29) im oberen Lepenactal steil zur serpentinführenden Radušaserie oder auch letztere auf Kristallin aufliegend. Dagegen wurde auf der südostgeologischen Arbeitstagung in Leoben 1955 unsere Ansicht der Verbindung von serpentinführender Radušaserie nördlich und südlich des Ljuboten unter diesem von M. Donath bestätigt. So sollen die chromitführenden Serpentinkörper um Strepče steil gegen Süden eintauchende Strukturen zeigen, die gegen Osten mit Annäherung an die Vardarzone verflachen.

In herrlicher, aber ungemein anstrengender Wanderung querten wir die östliche Šar von der Ljubotenhütte bis zum Crni vrh. Nicht nur geologisch interessant, auch landschaftlich so eindrucksvoll, durch das Weidegebiet tausender und abertausender Schafe, argwöhnisch verfolgt von zahlreichen Hirtenhunden. Bei dieser Querung durch verschiedenstes mesozonales Altkristallin wurde unser Vertrauen in die vorliegenden Übersichtskarten schwer enttäuscht, erwarteten wir doch zum großen Teil paläozoische, sedimentäre Serien. Um Ljuboten und Piribek herrschen

jedenfalls stark vergrünte Paraserien vor; diesen sind Kalkglimmerschiefer aufgesetzt, am Kamme als mehr oder weniger große Schollen noch erhalten. Weiter gegen Westen werden diese Gneiszonen durch breitere Phyllit- und Glimmerschieferzonen aufgelockert; morphologisch gut zu beobachten, queren sie immer die Sättel. Westlich der Bistrica ⊙ 2460 trafen wir weniger Paragneise und -glimmerschiefer an als ebenfalls stark vergrünte, tektonisch stark mitgenommene Orthogneise. Auch waren in diesem Bereiche nur schwach vergneiste Granite, z. T. porphyrische Granite, z. T. auch kataklastisch zerstört, zu beobachten.

In diesem Altkristallin ist NNW (NW)—SSE (SE)-Achsenrichtung vorherrschend, die auf NE—SW-liche Verfrachtung hinweist. Das bestätigen schmale Zonen und Linsen von Amphiboliten und Marmoren, eingeschaltet in die Paraglimmerschiefer und Phyllite, die im Kartenbilde NW—SE-liche Erstreckung zeigen. Das sehen wir auch sehr gut im geologischen Übersichtskärtchen Raduša—Jezerina von G. Hiessleitner. Auch glauben wir bei der großen Anhäufung von Parakristallin nicht an primäre Mächtigkeit; weisen doch auch die mächtigen Phyllitzonen auf Schuppenbau. In unserer Profilskizze durch die Šar planina in Abb. 7 ist dies auch angedeutet.

In ziemlich scharfer Grenze liegen unter diesen Orthogneisen mit eindeutigem mittelsteilem Westfallen Phyllite, Tonschiefer, Quarzite, Sandsteine und Kalkphyllite, aus welchen F. Heritsch (37, 38) Paläozoikum wahrscheinlich machen konnte. Westlich des Crni vrh ⊙ 2584 tauchen die gleichen Gesteinsserien, die wir um Popova Šapka und am Turčin beobachteten, unter die paläozoische Schieferserie, mit mittelsteilem Westfallen. Wir glauben in dieser Turčinserie mit Žedenkalktypen, Quarzphylliten, Sandphylliten, Feinbreccien und Hornsteinkalken die westliche Fortsetzung der Raduša Decke sehen zu müssen. Das Hiessleitnersche Kartenbild führt unsere Überlegungen in die gleiche Richtung. Keinesfalls liegen um Popova Šapka—Turčin die paläozoischen Schiefer- und Kalkserien der Korab-Perister-Zone vor, wie die neue jugoslawische Übersichtskarte von V. Mikinčić zwingend ergibt. Die schwach kristallinen, hellen Dolomite, dolomitischen Kalke und Kalke vom Žedentypus, in mehreren Zonen, zeigen bei der Vegetationslosigkeit dieser Höhen ungemein eindrucksvoll das geschilderte W-Einfallen unter das Ljubotenkristallin.

Die geschilderten Verhältnisse der östlichen Šar zeigt und erläutert die geologische Profilskizze in Abb. 7. Wir kamen erst 1954 in die Šar planina, da wir aus unserer bisherigen Arbeit

(1953) ersahen: Dort liegt ein wesentlicher Punkt für die Erklärung des tektonischen Baues Makedoniens. In unseren Begehungen in der Šar fanden wir Bestätigung unserer vorherigen Erwartung.

Doch schon 1953 fanden wir im Kruševo-Gneiskeil schwere Einwände gegen die Deutung des pelagonischen Massivs als altkristallinen Massivkörper. Die westlich der Talfurche Brod—Bitola liegenden Gneise wurden von F. Kossmat 1924 (77) wie der Peristergranit bekanntlich dem pelagonischen Massiv zugezählt. Doch sind die pelagoniden Gneise mit ihrer tieferen Marmor- und ihrer höheren Schieferhülle durch eine einheitliche Metamorphose aufsteigend verformt, umgeprägt. Andererseits ist im Kruševo-Gneiskeil, der auf der älteren Petković-Karte (118) richtiger als einheitliche Zone als auf der neueren Mikinčić-Karte (97) aufgelöst in einzelne Granitkerne und in scheinbarem Zusammenhang mit dem Peristergranit stehend dargestellt ist, nicht aufsteigende Metamorphose zu beobachten, nur destruktive, zerstörende Metamorphose. Das zeigten die uns 1953 bekannten Aufschlüsse um Topolčani—Bitola, wie an der Straße Kičevo—Brod und besonders die 1954 befahrende Straße nach Kruševo hinauf oder der Steinbruch von Bučin. Der Gneiskeil von Kruševo, wie ich ihn nenne, zeigt Orthogneise (Biotit-, Hornblendegneise) und Paragneise als Hüllserie mit Amphiboliten. Dabei wurden die Amphibolite nicht so mitgenommen wie die Gneise. Bei Brod sind mir Gneisphyllite in Erinnerung, bei den ersten Kehren der Straße nach Kruševo hinauf anscheinend epidotisierte Gneise. Es ist im Bereiche des Kruševo-Gneiskeiles nicht möglich, ein „frisches" Gestein anzutreffen, das Gewinnen eines Handstückes ist ein glücklicher Zufall. Dieser Gegensatz: im Osten der Linie Brod—Bitola konstruktive Metamorphose, im Westen dagegen destruktive Metamorphose, kann nur erklärt werden, wenn der Kruševo-Gneiskeil als fertiges Kristallin auf weitere Strecken bewegt wurde: so ergibt sich zwingend die Stellung der Pelagoniden als tiefster Gebirgsstamm, als Metamorphiden.

Die Gesteine des Kruševo-Gneiskeiles zeigen in ihrem Ostteile das gleiche Westfallen wie die pelagoniden Serien an ihrer Westabdachung. Dagegen beobachteten wir im Westteil des Kruševo-Gneiskeiles, so besonders schön an der Straße nach Brod östlich von Kičevo, Ostfallen. F. Kossmat 1924 (77) zeichnete auf seiner Übersichtskarte Makedoniens fast die gleichen Fallzeichen. Das Westfallen ist flacher als das ziemlich steile Ostfallen. Das ergibt ein Auflagern auf der höheren Schieferhülle (Treskaschiefer) der Pelagoniden im Osten —

in der breiten Senke der Crna reka (Brod—Bitola) vollkommen von Neogen verhüllt —, im Westen eine Lagerung auf den paläozoischen Schiefer- und Kalkserien der Korab-Peristerzone. Die Ljuboten-Decke schiebt sich auf eine Länge von etwa 60—70 km und eine Breite von etwa 10—15 km zwischen Pelagoniden und Korab-Peristerzone. Dieser Altkristallinkeil stirnt in dieser bedeutenden tektonischen Fuge, wie auch in unserem Tektonogramm Jugoslawisch-Makedoniens dargestellt[10c].

Dieser Kruševo-Gneiskeil ist eine isolierte Altkristallinzone. Es besteht kein Zusammenhang mit dem Altkristallin in der Šar. Auch schiebt sich zwischen Kruševo-Gneiskeil und Peristergranit eine 10—15 km breite Zone von Paläozoikum der Korab-Perister-Serie ein. Peristergranit und die tiefgründig mylonitisierten Gneise des Kruševo-Gneiskeiles sind petrographisch grundverschieden, wie J. Pendžerkovski zeigen konnte. So ergibt sich natürlicherweise die Frage nach der Beheimatung, nach der Wurzel dieser freischwimmenden Gneisscholle: wir kennen im Bereiche der Vardarzone eine Gneislamelle, von O. Welter als Elenschuppe bezeichnet, von der Depression von Saloniki bis gegen Veles verfolgbar. An die steilstehende Ostabdachung der Pelagoniden, an die Kalkphyllite, Sandphyllite der höheren Schieferhülle schließen sich paläozoische Schiefer mit Grünschiefern und Serpentinen der Velesserie (= Raduša-Decke) an. Diese Elenschuppe liegt nun an der ungefähren Grenze zwischen Velesserie und eigentlicher Vardarzone. Ihr petrographischer Inhalt umfaßt steil aufgerichtete Gneise, darunter Muskowit- und Zweiglimmergneise, Granatglimmerschiefer, dunkle Granat- und Zoisitamphibolite und auch einige Marmorbänke. Diese Gesteine der Elenschuppe sind durch die Velesserie (Raduša-Decke) von den pelagoniden Serien s. str. geschieden. Auch der petrographische Habitus entspricht nicht dem pelagonider Gneise, weit eher dem Altkristallin der Ljuboten-Decke. Wohl sind die Elengneise nicht so mylonitisiert; aber das entspricht ihrer mehr oder weniger autochthonen Stellung als Wurzel für den Kruševo-Gneiskeil. F. Kossmat 1924 betont, daß uns hier eine ungemein wechselvolle Gesteinsserie entgegentritt, die „vielleicht nicht frei von Faltenwiederholungen ist". Auch beschreibt er, daß aus der Elenschuppe auch Quarzite und Biotitgranite bekanntgeworden sind. Im südlichen Teile beobachtete O. Welter über den steil gestellten Elengneisen transgredierenden Flysch.

Bisher wurde der altkristalline Rahmen der Pelagoniden, der nicht von der gleichen Metamorphose wie die Pelagoniden selbst betroffen wurde, aus dem Norden, Westen und Osten beschrieben. Ein Blick auf unser Tektonogramm oder die tektonische Skizze in Abbildung 10 erklärt und bestätigt das Beschriebene. Letztere Skizze zeigt aber auch, daß die altkristallinen Serien der Ljuboten-Decke in Griechenland, im Süden der Pelagoniden, in weiter Verbreitung vorhanden sind. Die neue geologische Karte von Griechenland 1:500.000 von C. Renz, N. Liatsikas, Il. Paraskevaidis (1954, 136) und anderen Mitarbeitern des Institute for Geology and Subsurface Research in Athen zeigt, daß die eigentlichen Pelagoniden im Süden des Kajmakčalan endigen. In den Pelagoniden sehen wir folgende Gesteine aus-

[10c] J. Pendžerkovski konnte 1956 auf weite Strecken hin die Überschiebung des Kruševo-Gneiskeiles auf die Korab-Perister-Zone verfolgen.

geschieden: Pretertiary acid intrusives (granite), Gneisses, Migmatite (wie auf Naxos!), und marbles, more or less metamorphosed limestones. Im Peristergebiet auf griechischem Boden finden für Gneise die gleichen Signaturen Verwendung wie in den Pelagoniden (gneisses, migmatite). doch die Peristergranite sind zum überwiegenden Teile als Tertiär eingestuft. In Aussprachen mit G. Marinos in Leoben konnte ich erfahren, daß nach Ansicht der griechischen Kollegen das Perister-Kristallingebiet zu den Pelagoniden gezählt werden müsse. Unserer Kenntnis nach liegt aber der Peristergranit bereits in paläozoischen Schiefern der Korab-Perister-Zone, da auch pelagonide Schiefer die Talung der Crna reka (Brod—Birola) nicht nach Westen überschreiten. Viel eher möchte ich mich der mündlich geäußerten Ansicht von K. V. Petković anschließen, der Peristergranit wäre ein tonalitähnliches Gestein und somit ein posttektonischer Magmatit.

Doch ist das Kristallin des Olymp vom Kristallin im Kajmakčalan unterschieden: im Olymp sehen wir „cristaline schists, mainly micaschists, sometimes marbles, gneisses to“, also Altkristallin, jedenfalls der Lujuboten-Decke entsprechend, mit auflagerndem Mesozoikum in kalkdinarischer Fazies, wie mir G. Marinos mündlich mitteilte. Leider ist mir Griechisch-Makedonien aus eigener Anschauung nicht bekannt.

Abschließend soll nur gesagt werden: Die Pelagoniden s. str. werden von altkristallinen Zonen, Schollen, eingerahmt. Die Pelagoniden liegen tiefer. Ihre Metamorphose wurde durch die gleiche Orogenese geprägt, die sie in die Tiefenlage brachte. Wir sprechen daher für den tiefsten Stamm eines Gebirges im Sinne L. Kobers von Metamorphiden im Gegensatz zu Zentraliden (Ljuboten-Decke), deren Umprägung (Metamorphose) bereits abgeschlossen war, als sie zum zentralen Gebirgsstamm wurden. Solche Zentraliden, entsprechend unserem ostalpinen Altkristallin, wären nun die Ljuboten-Decke mit Kruševo-Gneiskeil, Elenschuppe und Olympkristallin.

Eines möchte ich nochmals betonen: Die mikroskopische Untersuchung der einzelnen kristallinen Gesteinsreihen in Makedonien, die Detailuntersuchung der Metamorphose, die Untersuchung des Grades und der Art der Durchbewegung stehen noch aus. Diese möchten wir uns vorbehalten. Aber die wichtigsten petrographischen Merkmale, unter Berücksichtigung der Begleitserien, der Position sind auch makroskopisch gut erkennbar. Im Ansprechen der Gesteine und im Erkennen ihres Mineralbestandes waren wir vier, K. J., J. P., B. S. und W. M., meist einer Meinung.

### *f) Korab—Perister-Zone:*

Reiseroute: Gostivar—Bistrapaß—Mavrovo—Ničpur—Torbeški most—Debar—Struga—Ohrid—Resen—Magarevo—Bitola—Slepče—Tajmište—Gostivar; Kičevo—Izvor—Struga; Kičevo—Izvor—Jamapaß—Debar; Kičevo—Brod.

Unsere Korab—Perister-Zone ist im Osten durch den Kruševo-Gneiskeil und im Westen durch das dinarische Mesozoikum in der Debar-Decke, den dinarischen Kalkdecken entsprechend, begrenzt. Die Schichtfolge reicht vom Peristergranit über paläozoische schieferig-kalkige Serien mit Chamositen bis zu fraglichen, leicht metamorphen mesozoischen Kalken in den verkarsteten Hochzonen dieses Gebietes.

Das Peristergebiet ist Granit-Gneis-Gebiet, das nach K. Oestreich (108, 109) aus den Hüllschiefern emportaucht und auch Granitdurchbrüche aufweist. F. Kossmat sieht das pelagonische Massiv als Grundgebirgsaufragung im Rahmen der innerdinarischen Schiefer- und Grauwackenzone. Die Hüllschichten des Peristergranites bestehen nach F. Kossmat 1924 aus Phylliten mit Einlagerungen von Quarzitschiefern; Marmor sei nicht bekannt. Es wäre die Möglichkeit zu erwägen, daß die Schiefer des dinarischen Karbon unmittelbar auf Gneisen liegen, was entweder auf eine stratigraphische Diskordanz oder auf eine tangentiale Verfrachtung zurückführbar wäre. Wir beobachteten im Perister Biotitgranite weniger Zweiglimmergranite, durchsetzt von basischen Gängen; wir sahen vor allem fein- und mittelkörnige Typen; Hornblenden, die petrographisch auf einen Tonalit hinweisen würden, fanden wir keine. Über den Peristergraniten folgt eine schmale Zone von Paragneisen (Biotitgneise, Glimmerschiefer), ähnlich einer Dachserie, mit Amphiboliten. Nur war es leider nicht möglich, den für die Altersdeutung wichtigen Kontakt Granit : Paraserie in Aufschlüssen aufzufinden. Wenn aber diese Paragneise den Gneisen im griechischen Anteil entsprechen, die auf der neuen griechischen Übersichtskarte in gleicher Signatur ausgeschieden erscheinen, wie die pelagonischen Gneise am Kajmakčalan, dann muß ich sagen: Der Peristergranit und seine Paragneise sind nicht pelagonid, welche Meinung G. Marinos in Diskussionen vertrat, sondern sind abzutrennen, wie es unsere Auffassung ist. Diese wird auch bekräftigt, daß der Peristergranit, auch im Handstück, weder mit Rhodopegraniten noch mit den benachbarten pelagonischen Graniten vergleichbar ist. Noch größer wird der Unterschied, wenn man diese drei Granite, zusammen mit den Gesteinsserien, in denen sie auftreten, vergleichend betrachtet. Der Peristergranit liegt ummantelt von einer kalkig-schieferigen Serie, die nur im Bereiche W des Kruševo-Gneiskeiles und E der Debar-Decke verbreitet ist. Ihr bisher vermutetes paläozoisches Alter wurde durch Funde devonischer Fossilien im Hangenden der Chamositschiefer in den letzten Jahren bestätigt. An der Perister-Ostseite, zur Senke von Bitola hin, finden wir ebenfalls diese

paläozoischen Schiefer, wie an seiner Westseite zum Prespansee hin. Die Nordgrenze ist durch die Linie Bitola—Resan ungefähr festgelegt, die aber nach den neuen Aufnahmen von K. H. v. Ledebur (80) stellenweise überschritten wird. Die Begleitgesteine sind hier nicht mit jenen der pelagoniden Gneise zu vergleichen. Beim Betrachten eines Gesteinskomplexes soll man nicht nur dessen Petrographie oder petrographische Variation beobachten, sondern vor allem seine geologische Stellung und damit seinen Serienbestand berücksichtigen. Das wird deswegen betont, da ich den Eindruck gewonnen habe, daß einzelne der jugoslawischen Kollegen die Bedeutung des Serienbestandes nicht voll würdigen.

Zur Altersdeutung des Peristergranites sei noch gesagt, daß bisher für eine solche alle Möglichkeiten voll ausgenützt wurden, die die orogenen Zyklen ab dem Kambrium bieten. Der Peristergranit liegt im Osten der paläozoischen schiefrig-kalkigen Serien der Korab—Perister-Zone. Würde der Peristergranit an der Basis der genannten Zone liegen, wie von L. Kober 1952 vertreten, so sollte man sein Auftreten auch an anderen Stellen erwarten[10d]. Nach der Darstellung der neuen jugoslawischen Übersichtskarte wird allerdings der Eindruck erweckt, als wären die Granite um Kruševo die Fortsetzung der vom Perister. Das ist aber nicht möglich, wie ich im vorhergehenden Abschnitte ausführlich darlegte; vor allem ob des petrographischen Gegensatzes der Granitmylonite im Kruševo-Gneiskeil zu den frischen, nicht beanspruchten Peristergraniten und der auch daraus resultierenden verschiedenen geologischen Geschichte und tektonischen Lage. Infolge des besonderen Erscheinungsbildes und seiner besonderen tektonischen Position — Granitkuppel, Granitaufragung in paläozoischen Schiefern — dachten wir auch schon bei unseren Begehungen an eine posttektonische Granitintrusion im Sinne H. Stilles. Besondere Beispiele für einen solchen kennen wir ja im Ostalpenkörper in den Tonaliten. Wir wurden in unserer Ansicht von K. V. Petković bestärkt; doch könnte diese Ansicht von mineralogisch-petrographischer Seite nicht bestätigt werden; dem Peristergranit fehlen zum Tonalit die Hornblenden. Warum sollen aber alle posttektonischen Intrusiva Tonalite und können nicht auch Granite sein? Um aber alpines Alter

[10d] Für L. Kober allerdings scheint zu sprechen, daß bei der Durchforschung der westmakedonischen Chamositlagerstätten ((Slepče—Tajmište) Granite im Liegenden der Sedimente der Korab-Perister-Zone erbohrt und auch stellenweise obertags beobachtet werden konnten.

Das ergibt den Hinweis, auch mit anderen Intrusionszentren als nur im Perister rechnen zu müssen.

beweisen zu können, müßten noch die Kontaktbildungen genau untersucht werden.

In dem Verbreitungsgebiete der paläozoischen Schiefer westlich des Kristallinzuges von Kruševo wurden im Bereiche der Chamositlagerstätten von Žvan und Tajmište/Kičevo von verschiedenen Punkten, die sich in letzter Zeit bedeutend vermehrten, devonische Fossilien bekannt; so *Crinoiden, Stromatoporiden, Korallen*, in letzter Zeit auch *Brachiopoden* und *Goniatiten*[11]. Diese paläozoischen Serien umfassen außer Tonschiefern, kalkfreien Phylliten und Kalkphylliten auch Quarzite, Quarzkonglomerate, Kalke und Chamosite, wie Grünschiefer, Diabasschiefer. Silur und Devon scheinen zu überwiegen. Von Karbon in diesen Serien spricht vor allem F. Kossmat, bezugnehmend auf gröbere Quarzkonglomerate, die auch mir von verschiedenen Punkten bekannt sind, so z. B. an der neuen Straße Rećane—Prizren, nördlich der Šar planina. Das Hangende dieses Paläozoikums bildet meistens die sogenannte „Violettserie". Sie dürfte permoskythisches Alter haben und umfaßt neben roten Tonschiefern, Sandsteinen auch rote Kalke. Es dürfte aber auch eine stratigraphisch tiefere (devonische?) Violettserie vorhanden sein. Im Liegenden der höheren Violettserie finden sich nordöstlich Debar gewaltige Gipslager[11a]. Über dieser Violettserie folgen immer ohne merkliche Diskordanz mesozoische, graublaue, weißgraue, braune, rötlichbraune Kalke, die unserer Meinung nach vor allem Trias, aber auch Jura vertreten dürften. Sie sind immer schwach kristallin und zeigen immer eine schwache Metamorphose. Darauf ist jedenfalls im Vergleich mit der völlig unmetamorphen Debartrias besonders hinzuweisen.

Diese kurze Charakterisierung der paläozoischen Schiefer sei einer besonderen Erörterung der Probleme dieser Zone vorangestellt. Unsere Korab-Perister-Zone sieht F. Kossmat als Teil seiner innerdinarischen Schiefer-Grauwacken-Zone, beginnend am Ostfuß des kroatisch-nordbosnischen Triaskarstes entlang der Streichlinie Karlstadt—Sanskimost und bis auf griechischen Boden entlang des Ostrandes der thessalischen Senke von Trikkala in der Richtung zum östlichen Othrys zu verfolgen. F. Kossmat betont das Fehlen von Bellerophonschichten in Makedonien, wogegen in Westserbien durch O. Ampferer, W. Hammer (1) und L. Loczy jr. (84) reiche oberpermische Faunen bekannt wurden. Auch kennt F. Kossmat rötliche

[11] K. Jenko übermittelte mir eine kleine Faunenliste des Mitteldevons von Judovo. Die Fossilien stammen aus Kalken über dem Eisenerz: *Favosites goldfussi, Stromatopora* sp., *Cyathophyllum* sp., *Spirifer speciosus, Spirifer intermedius, Rhynchonella* sp., *Atrypa* sp., *Goniatites* sp., *Orthoceras* sp. u. a. Dr. Behmann (Hannover) sprach diese Fauna als Mitteldevon an.

[11a] Nach mündlicher Mitteilung von K. Jenko Juli 1956 scheint das permische Alter der Debargipse durch Funde von Schwagerinen (?) in den Begleitgesteinen in letzter Zeit gesichert zu sein.

Quarzkonglomerate und Quarzsandsteine des Perms mit Quarzporphyren nördlich des Ohridasees bei Kosel. Über das Karbon äußerte sich der gleiche Forscher: „Sehr bezeichnend für die paläozoische Entwicklung des dinarischen Gebirges ist das Vorherrschen der Karbonschichten. Dunkle, oft sammetschwarze, bei Verwitterung ausbleichende, dünnspaltende Tonschiefer mit feinglimmerigen Schichtflächen. graue, glimmerige Quarzsandsteine und Quarzite sind die tonangebenden Gesteine. Einlagerungen von harten, oft stark gepreßten Quarzkonglomeraten lassen sich häufig feststellen. Die Fazies ist bis weit hinein nach Makedonien so vollkommen identisch mit jener des Karbons von Kärnten, Krain und Bosnien, daß auch ohne Fossilfunde kein Zweifel an der stratigraphischen Übereinstimmung besteht" (F. Kossmat 1924, 77, p. 55). Über das Verhältnis des Karbons zur Unterlage äußert sich F. Kossmat wie folgt (p. 56): „In dieser Beziehung verdient hervorgehoben zu werden, daß das pelagonische Gneis-Glimmerschiefer-Massiv westlich der Gebirge von Monastir von Gesteinen des Karbontypus begrenzt zu sein scheint, während auf der Abdachung zur Vardarzone eine mächtige Schiefer-Marmor-Serie als Hülle der Gneise auftritt. Das spricht für eine Diskordanz der Karbongruppe gegenüber den älteren Abteilungen." Devon und Silur scheinen F. Kossmat in der innerdinarischen Schiefer-Grauwacken-Zone ebenfalls existent, z. T. aber schon metamorph. Als tiefste Teile werden im Liegenden der metamorphen Sedimentserie die Granitgneise (pelagonisches Massiv) angesehen.

F. Kossmat wurde hier wissentlich breiterer Raum gegeben, um die Probleme von allen Seiten zu beleuchten, wie wir auch gezeigt haben, wie diese Probleme heute betrachtet werden und wie wir sie sehen.

Das Gebiet nördlich und südlich von Kičevo gewann durch die Entdeckung von bedeutenden Chamosit-Eisenerzlagern ganz besonders an Bedeutung. Dieser Umstand intensivierte auch die geologische Untersuchung dieses Raumes innerhalb der Korab-Perister-Zone. Doch eine unbestreitbare Stratigraphie besteht noch nicht, denn die Meinungen der einzelnen Bearbeiter, wie D. Jaranoff, Protić, F. Goebel, Jlić, N. Izmajlov, A. Antonović, K. Jenko, K. H. v. Ledebur, divergieren recht beträchtlich, zum Teil begründet in der Größe und Eigenart des bearbeiteten Gebietes. Ganz allgemein wurde aber bisher das pelagonische Massiv (Kristallin) als Liegendes — mit präsilurer Einstufung — der übrigen Schieferserien angesehen. K. H. v. Ledebur 1954 (80) erkannte eine untere Schieferserie mit Tonschiefern, Phylliten, Kieselschiefern, Quarziten, Grünschiefern und deren Tuffen, und im Hangenden mit Chamositen; seine Silureinstufung steht aber anscheinend zu den Fossilfunden (Devon) im Widerspruch. Diese Serie ist nur der untere Teil der grauen Serie N. Izmajlovs (Karbon—Unteres Perm). Die obere Schieferserie von K. H. v Ledebur führt plattige, dunkle Kalke, z. T. wahrscheinlich karbonen Alters; sie dürfen nicht mit der Trias verwechselt werden, da sie wohl herauswitternd über die Schiefer ragen, aber unter sie abtauchen. An der Paläo-Mesozoikum-Grenze lägen grobe Konglomerate mit Quarzen und Schiefern als Geröllkomponenten. Darüber folgt Trias, bisher wohl kaum untergliedert, aber größtenteils trotz Fehlens von Fossilfunden anerkannt. Die neue jugoslawische Übersichtskarte verzeichnet „Calcaires métamorphiques d'âge indéterminé", eine Signatur, mit der auch ein Großteil der pelagoniden Schieferhülle und die Marmore-Kalkglimmerschiefer der Šar planina ausgeschieden wurden. Die Violettserie entspräche nach K. H. v. Ledebur dem Werfener Schiefer und nicht dem

Perm, wie N. Izmajlov u. a. vertreten. Darüber folgen Tuffit-Hornstein-Schichten, die Protić in der Bistra Planina beobachtete. N. Izmajlov kennt sie auch, sieht sie aber nur als Fazies, die in den verschiedensten Horizonten auftreten könnte. Es ist das Verdienst K. H. v. Ledeburs, erkannt zu haben, daß sich diese Tuffit-Hornstein-Schichten mit Diabasen, Tuffiten, schwarzen Schiefern, Amphiboliten, Hornsteinen, Hornsteinkalken, dunklen Kalken und flyschartigen Schichten, in das normale Triasprofil, über Violettserie (Werfener Schiefer) und unter obertriadische Kalke einordnen ließen. Die Triaskalke nehmen nach K. H. v. Ledebur einen sehr bedeutenden Raum ein. Fossilfunde wurden nur oberhalb Tajmište gemacht. Die Problematik dieser anisischen Hallstätter Kalke werden wir noch später ausführlich zu beleuchten haben. Diese Triaskalke sind in unserer Korab-Perister-Zone das höchste Schichtglied. Nur ist es schwer zu entscheiden, welcher Stufe der Trias sie angehören könnten. Der Habitus der Kalke entspricht Flaserkalken, Plattenkalken, grau, schmutzigweiß, z. T. auch rötlich gefärbt; sie zeigen immer eine Kristallinität, eine oft nicht unbedeutende Metamorphose, was im Hinblick auf das Verhältnis Korab-Perister-Zone zu Debar-Decke besonders zu vermerken ist. Das Auftreten von jurassischen Schichten dürfte nach K. H. v. Ledebur ziemlich zweifelhaft sein, da dafür keine sicheren Anhaltspunkte vorhanden sind. Gegen Ende des Tertiär finden sich in unserer Korab-Perister-Zone eine Anzahl von Einbruchsbecken, deren Reste wir heute noch im Ohrida- und Prespasee ersehen. Ihre Verlandung hält im Sinne von K. H. v. Ledebur noch heute an.

Nach N. Izmajlov bilden die Intrusionen des „Perister-Batholithen" den Untergrund unserer Korab-Perister-Zone, ungeachtet ihrer Zusammensetzung. Die Eruptionszyklen in dieser Zone beginnen nach K. H. v. Ledebur mit basischen Ergüssen, die sich heute in der unteren Schieferzone als Diabase mit ihren Tuffen, stark verschiefert, wiederfinden. In diesen submarinen Eruptionen ist, nach weit verbreiteter Ansicht, der Ursprung des Eisengehaltes der Chamosite zu suchen. Der nächste Eruptionszyklus bringt die Intrusion der großen Granite, die sich nach K. H. v. Ledebur vom Perister nach Norden bis über Kruševo hinaus erstrecken. Der gleiche Geologe führt aus, daß ihr Alter verhältnismäßig gut festzustellen sei. Sie hätten die älteren Schiefer noch metamorphisiert und durchbrochen, während die Gesteine der Trias bereits auf ihnen liegen. Sie seien auch in die Faltung einbezogen worden und dadurch geschiefert und der Bewegungsrichtung eingeordnet worden. K. H. v. Ledebur 1954 (80) erwähnt aber, daß der eigentliche Kontakt des Granites mit Schiefern selten aufgeschlossen und diese Tatsache nicht immer nachweisbar wäre. Wenn sich auch die erstere Beobachtung mit unserer Vorstellung eines alpinen (?) posttektonischen Granites und anschließender Durchbewegung decken würde, so scheint es uns schwer verständlich, wieso es K. H. v. Ledebur nicht möglich war, Peristergranit und Kruševogneis im Gelände zu trennen. Sind doch diese beiden Kristallintypen gut zu trennen, wie schon mehrfach ausgeführt, und erkannte doch schon F. Kossmat — seine makedonische Übersichtskarte zeigt das deutlich —, daß der Kruševogneis der Baba planina auf den paläozoischen Schiefern aufliegt. Jünger als die granitischen Intrusionen seien nach K. H. v. Ledebur die Vorkommen von Quarzporphyren, die besonders in der Gegend nördlich von Ohrid in zahlreichen Gängen und Schloten die Schiefer durchbrochen haben. Der nächste Eruptionszyklus begänne in der Trias wiederum mit basischen Eruptiven (Diabase, Gabbros, seltener Melaphyre und Serpentine), die zur Diabase-Hornstein-Serie gehören. Als jüngster Eruptionsnachklang wird ein Vorkommen von Andesit in der Umgebung von Ivančiste (Blatt Ohrid 2) bezeichnet.

In der Erklärung der Tektonik versucht K. H. v. Ledebur eine Einteilung des Rudarski bazen Kičevo in Großschollen. Diese Schollen werden zu den Erzlagerstätten in Beziehung gesetzt, deren Auftreten in der Hauptsache an die Tiefschollen gebunden ist, wo es in Queraufwölbungen zutage tritt. Die Lagerstätten sind in größeren oder kleineren Lagerstätten um Slepče—Žvan und um Tajmište gruppiert. Diese Eisenerze sollen die Basis für ein neues, im Entstehen begriffenes Stahlwerk in Skopje bilden. Für die P-haltigen Chamosite und Limonite (Verwitterungserze) mit 38% Fe wurde ein Vorrat von 30 Millionen Tonnen ermittelt, für eisenhaltige P-reiche Schiefer mit 25% Fe, die vorerst nicht abgebaut werden sollen, ein solcher von 100 Millionen Tonnen[12]. Der hohe $Al_2O_3$-Gehalt (11—12%), ungefähr 1% P, der sehr hohe Kieselsäuregehalt und 0,04—0,06% As werden den Hüttenleuten noch manches Problem zur Lösung aufgeben[12a].

Die Haupttektonik dieser Korab—Perister-Zone ist eine sehr ruhige; Zerscherungen und Schuppungen, die zu einem Großschollenbau und zu lokalen Überschiebungen führten, werden leitend. Eine sehr schwierige Frage, die wir noch nicht eindeutig beantworten können, ist das Problem der Stellung der Korab—Perister-Zone zum Bauplan der Pelagoniden. Die Dinariden s. str. nördlich der Linie von Peć zeigen paläozoische Schieferserien im Liegenden des Mesozoikums. Vor allem F. Kossmat betonte die faziellen Vergleichspunkte und Konvergenzen dieses Paläozoikums mit dem der Korab—Perister-Zone. Wenn wir die tektonische Übersichtsskizze in Abb. 10 betrachten, so stellen wir im Süden der Linie von Peć ein Versetzen um etwa 60—80 km nach Westen des dinarischen Paläozoikums und Mesozoikums fest, das im Norden dieser Linie in voller Breite erscheint. Um die kristallinen Serien der Pelagoniden, um diese Kuppel beschreiben die dinariden Einheiten einen Bogen. Dieser Bogen weist auf ein Überschreiten des dinarischen Paläo- und Mesozoikums über die pelagoniden Serien hin, auf eine Überschiebung aus der Wurzel in der Vardarzone. Das Altkristallin der Ljuboten-Decke muß man sich als Kern dieser überschiebenden Decke denken, analog dem ostalpinen Generalprofil. Demnach käme Paläozoikum über der Raduša-Decke zu liegen, wie wir es in der Šar planina auch mancherorts beobachten können. Die Grenze zwischen Korab—Perister-Zone und Raduša-Decke in der westlichen Šar, im Bergland zum

[12] Zahlenangaben nach brieflicher Mitteilung von K. Jenko 1956.

[12a] A. Cissarz 1954 (Lit. 12 a) befaßt sich mit der Petrographie und Genesis der südwestmakedonischen Eisensilikatlagerstätten. Die Chamosite sind wahrscheinlich im Gefolge eines initialen (variszischen) Geosynklinalvulkanismus entstanden; außerordentlich stark hydrothermal veränderte Eruptive (körnige Diabase) sind nur in der Liegendserie der Erzserie zahlreich vertreten und reichen nur in Slepče mit etwas saueren Typen und submarinem Tuffmaterial bis in die Erzserie hinauf. Die Erze gehen aus bitumenreichen, feinklastischen Sedimenten durch Zunahme des Gehaltes an Fe-Silikat über Fe-Silikatschiefer hervor.

Korab, kenne ich nicht. Deren Untersuchung wird zweifellos eine Antwort auf die Frage ergeben, ob die Korab—Perister-Zone überschiebende Decke oder ob sie autochthon ist. Wenn letzteres der Fall ist, müssen wir uns die Metamorphose der Pelagoniden — bei alpinen Metamorphiden — nur in der Überschiebung von Ljuboten-Decke und Debar-Decke erklären. Die mögliche Überschiebung der Korab-Perister Zone ergibt aber das einheitlichere und einfachere Anschauungsbild.

### *g) Debar-Decke.*

Reiseroute: Debar—Struga—Ohrid—Prespasee.

Diese höchste tektonische Einheit Vardarisch-Makedoniens liegt im Osten in regionaler Überschiebung den paläozoischen Schieferserien der Korab-Perister Zone, im Westen, schon auf albanischem Staatsgebiet, auf Zukali-Merdita-Decke, der äußeren Schiefer- und Hornsteinzone auf. Auf unserem Tektonogramm, wie auf Abb. 10 ersichtlich, ist diese Debar-Decke im makedonisch-albanischen Bereiche ein nur schmaler Streifen. Die Ostgrenze liegt wenig östlich des Crni Drim und zieht über Ohrid und das Westufer des Prespasees nach Griechenland. Nach der griechischen Übersichtskarte liegt dasselbe dinarische Mesozoikum dem Altkristallin im Olymp auf.

Unterschiedlich zum Mesozoikum in der Korab-Perister Zone soll nochmals gesagt werden: Letzteres ist noch kaum fossilbelegt und deutlich umgeprägt, metamorph. Auf der Fahrt von Debar nach Struga ließen sich innerhalb der Debar-Decke Werfener Schiefer (sehr flyschähnlich, aber auch quarzitische und rotgefärbte Typen), Muschelkalk (dunkle, schwarze, dolomitische Kalke mit auffälliger weißer Kalkspatdurchäderung), karnische Mergel (schwach kalkig, dünnschieferig bis plattig), Hauptdolomit (adäquat dem Hauptdolomit der österreichischen Kalkvoralpen) und Dachsteinkalk unterscheiden. In letzterem konnten makedonische Geologen in jüngster Zeit *Korallen* finden. Nach Angabe dieser Kollegen ist zwischen dieser Trias und dem basalen Mesozoikum eine tektonische Grenzlinie, eine Überschiebungslinie erster Ordnung zu sehen. Das ist eine Bestätigung der Ansicht von K. Oestreich. Sie ergibt sich aus der Beobachtung einer deutlichen Diskordanz zwischen tiefster Trias und verschiedenwertigem Paläozoikum; ausgeprägte Mylonitzonen in den beiden angeführten Schichtserien sind als weiterer Beweis anzusehen.

1923 berichtete O. A. Welter von der Entdeckung anisischen Hallstätter Kalkes (= Han bulog-Kalk) im Gebiete des Ohridasees (155, 156): „Die Fundstelle liegt am Nordostrande der kleinen Halbinsel Trepet, und zwar in

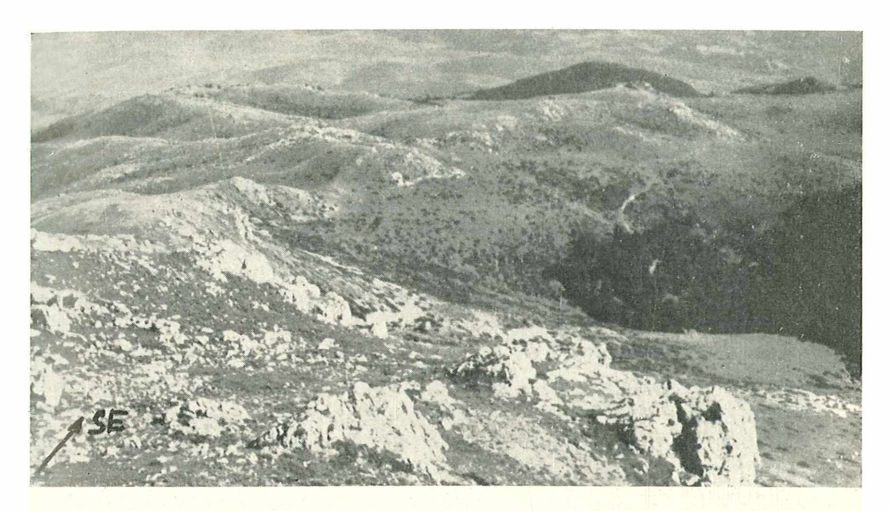



Abb. 6. Photographie vom Ljuboten auf das unterlagernde Altkristallin (W. Medwenitsch 1954).

Abb. 8. Abb. 9.

Abb. 8. Photographie von *Balatonites semilaevis* Hauer (Phot. K. Ruzicka).

Abb. 9. Photographie von *Gymnites* cf. *bosnensis* Hauer (Phot. K. Ruzicka).

der unteren Abteilung der dort massigen, roten Kalke. Diese Kalke gehen am Westufer des Ohridasees zwischen Lin und Ohrida in außerordentlich brecciöse Kalke über, die durch roten Kalkzement verbundene, scharfkantige, rote, blaßrote und seltener weiße Komponenten enthalten. Diese Sedimente machen nördlich der Ammonitenfundstelle durchaus den Eindruck eines im flachen Wasser gebildeten Sedimentes. Das Gestein ist überall reich an Radiolarien." Gefunden wurde ein *Haydenites lychnidus* n. sp. O. A. Welter betont besonders, daß mitteltriadische Sedimente aus roten, dichten, foraminiferenführenden Kalksteinen nur von wenigen Punkten der Erde bekannt sind. Als Typus der Fazies können die Vorkommen von Han bulog in Bosnien oder von der Schiechlinghöhe bei Hallstatt in den Ostalpen gelten. Sonst kennt man sie noch aus dem Bakony, der Bukowina, aus Süddalmatien, dem Peloponnes, vom Golf von Ismid, der Insel Chios, aus dem Himalaja und von der Insel Timor.

Im makedonischen Bereiche der Kalkdinariden (Debar-Decke) sind diese Han bulog-Kalke aus ihren Basisteilen bekannt. An der Westflanke der dinarischen Kalkdecken sind Han bulog-Kalke ebenfalls aus basalen Teilen bekannt, die wir in der Literatur als Zukali-Decke oder -Zone oder als Merdita-Decke bezeichnet finden. Es ist auch in den Dinariden anscheinend so, daß die anisischen Hallstätter Kalke zonengebunden sind. Den Idealfall kennen wir ja aus den nördlichen Kalkalpen der Ostalpen, wo die Hallstätter Kalke (anis., karn. bis nor.), gebunden an die Hallstätter Fazies, nur innerhalb der beiden Hallstätter Decken auftreten.

Nun wurden im Sommer 1954 von cand. geol. H. Plote aus Braunschweig im Bereiche der Chamositlagerstätte Tajmište Leitformen der anisischen Han bulog-Kalke gefunden[12b]. Die Bestimmung, die ich Herrn Prof. Dr. O. Kühn, Paläontologisches Institut der Universität Wien, verdanke, ergab aus einem größeren Material: *Balatonites semilaevis* Hauer und *Gymnites* cf. *bosnensis* Hauer. Vor allem die erstere Form ist sehr selten. Die beiden Ammoniten sind in Abb. 8 und 9 (Tafel 2) photographisch wiedergegeben[13]. Die Fossilien entstammen einem roten, leicht fleckigen, stellenweise endogen brecciösen, feinen, schwach kristallinen Kalke, petro-

[12b] Wie mir K. Jenko 1956 mündlich mitteilte, wurden in Westmakedonien, in ungefähr streichender Fortsetzung des Han bulog-Vorkommens von Tajmište zahlreiche neue Fundpunkte anisischer Hallstätterkalke mit prächtiger Ammonitenfauna entdeckt. Auch sie liegen in klarer, eindeutiger tektonischer Diskordanz über den paläozoischen Schichtgliedern der Korab-Perister-Zone.

[13] Sie befinden sich in meinem Besitz und sind am Geologischen Institut der Universität Wien einzusehen. Sie wurden mir vom Finder, Herrn cand. geol. H. Plote, geschenkweise überlassen, wofür ich ihm auch an dieser Stelle bestens danken möchte.

graphisch bestens mit den Hallstätter Kalken der Nördlichen Kalkalpen in den Ostalpen vergleichbar. Wir konnten die Fossilfundstelle unter Führung von H. Plote besuchen. Sie liegt knapp oberhalb der Bergbaukanzlei Tajmište. In diese einförmigen, roten Hallstätter Kalke sind mehrere fossilführende Bänke, die durch eine etwas hellere, hellrote bis rosa Färbung auffallen, eingeschaltet. Es ist eine stellenweise auch stärker umkristallisierte Lumachelle mit Lamellibranchiaten, Gastropoden und Ammonitenbrut. Im Hangenden sehen wir eine Bank, die nur aus kaum identifizierbaren Ammonitenkleinformen besteht, und darüber, im gebankten Kalk, fanden sich einige wenige größere Ammoniten, darunter auch die bestimmten und abgebildeten. Das Vorkommen liegt in einer ziemlich kleinen Kalkscholle, die ohne andere triadische Zwischenschichten in die chamositführenden, paläozoischen Schiefer eingefaltet ist. Hallstätter Kalk wie paläozoische Schiefer zeigen die gleiche nordnordwest- bis südsüdöstliche Streichrichtung.

Bei meiner praktisch-geologischen Tätigkeit 1956 im Bergbaubereiche von Tajmište konnte ich beobachten, daß die anisischen Han-bulog-Kalke in einer klaren Überschiebung kalkarmen bis kalkfreien Phylliten der devonischen chamositführenden Serie aufliegen. Im Hangenden der gliederbaren Hallstätterkalke liegen Kalkschiefer und Schieferkalke mit Grünschiefern in stratigraphischer Konkordanz mit beobachtbarem, sedimentärem Übergang. Daraus ergibt sich für diesen kalkigen mesozoischen Schieferkomplex ein postanisisches Alter, wahrscheinlich Ladin, vielleicht Wengener Schichten. B. M. Page 1955 zeichnete an der gleichen Stelle paläozoische Schiefer in tektonischer Grenze zum mesozoischen Kalk. Das widerspricht aber dem gut aufgeschlossenen sedimentären Übergang Hallstätterkalk—Kalkschiefer.

Daraus ist zu ersehen, daß auch im Bereiche der Pelagoniden, über die Korab-Perister-Zone hinweg die dinarischen Kalkdecken weiter nach Osten gereicht haben müssen. Wir erhalten so einen wichtigen Hinweis, daß auch Makedonien von alpiner Orogenese betroffen wurde. Das würde, in folgerichtiger Ableitung, für alpine Metamorphiden in den Pelagoniden sprechen. Autochthon können die Hallstätter Kalke nicht sein. Dagegen spricht das Beobachtungsbild, dagegen spricht ihre Position. Gewinnt doch auch die schmale Debarzone im Bereiche der Linie von Peć Anschluß an die Hauptmasse der Kalkdinariden. Diese Kalkdinariden, die Dinariden s. str. mit paläozoischer Unterlage reichen nördlich der Linie von Peć bis an die Vardarzone. Mesozoikum in kalkdinarider Fazies liegt, wie mir G. Marinos mitteilte, dem Olymp-Altkristallin auf. Fazielles Auskeilen kann kaum zur Erklärung der schmalen Debarzone herangezogen werden. Das Gesamtbild, gestützt durch die Aufschiebung Debarzone auf Korab-Perister-Zone, gestützt durch die Beobachtung der Einfaltung anisischer Hallstätter Kalke in chamositführendes Paläozoikum ohne stratigraphisch ergänzendes Zwischenmittel, spricht für eine Verfrachtung der Kalkdinariden über die Pelagoniden. Infolge der Kuppelbildung, der Heraushebung der Pelagoniden, wurde das dinarische Mesozoikum zum großen Teile abgetragen.

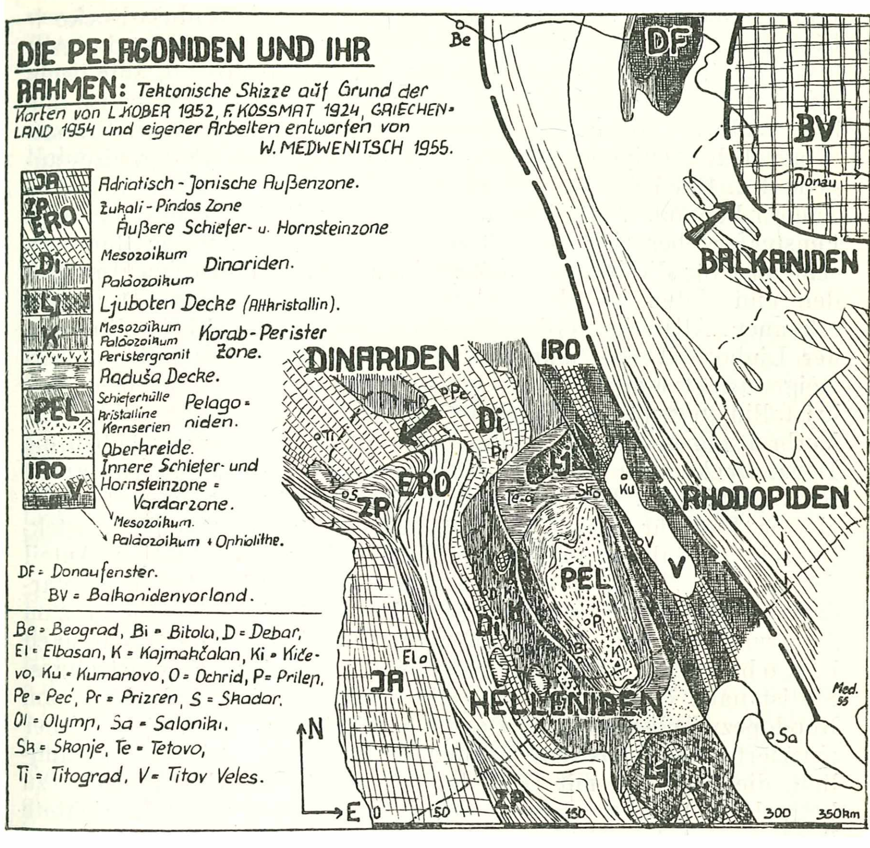



Abb. 10. Die Pelagoniden und ihr Rahmen: Tektonische Skizze auf Grund der Karten von L. Kober 1952, F. Kossmat 1924, Griechenland 1954 und eigener Arbeiten entworfen von W. Medwenitsch 1955.

## E. Überblick.

Benützen wir dazu das Übersichtstektonogramm in Abb. 10. Die Geologie Makedoniens, die Geologie südlich der Linie von Peć wird beherrscht von den Pelagoniden. Diese sind durch die steilgestellte Schuppenzone der Vardarzone, die eine vom Paläozoikum bis zum höheren Mesozoikum reichende Stratigraphie aufweist, von den Rhodopiden getrennt. Die Pelagoniden zeigen einen gleichförmigen, allseitig geschlossenen Kuppelbau. Im Osten begrenzt durch die Vardarzone + Elenschuppe +

Raduša-Decke = Velesserie; im Norden unter die Raduša-Decke + Ljuboten-Decke abtauchend, im Westen und Süden unter das Altkristallin im Kruševo-Gneiskeil und im Olymp fallend. Wir beobachteten in den Pelagoniden über dem Kern der Granite die höheren Hangendzonen der Gneise, ein „altes Dach", durch Granat-(Staurolith-) Glimmerschiefer, Amphibolite und Paragneise angedeutet. Ein Bild, das wir in ganz ähnlicher Art aus den Hohen Tauern kennen. Vergleichsmöglichkeiten mit dem Unterengadiner Fenster ergeben sich nur mit seinen grauen und bunten Bündnerschiefern für die höheren pelagoniden Schieferhüllserien. Im Norden und Osten ist als Rahmenzone die Raduša-Decke zu erkennen. Allseitig werden die Pelagoniden von Altkristallin, von der Ljuboten-Decke umrahmt, den dinarischen Zentraliden. Aufsteigend metamorphe Serien stehen absteigend metamorphem Altkristallin gegenüber. Westlich des Kruševo-Gneiskeiles liegt das Verbreitungsgebiet der Korab-Perister Zone, ihr aufgeschoben die Debar-Decke. Die Geologie Makedoniens westlich des Vardar ist reich gegliedert. Die tektonische Übersicht ergibt einen komplizierten Bau für diesen Bereich. Wie ruhig dagegen ist die tektonische Gestaltung östlich des Vardar, im makedonischen Anteil der Rhodope. Zwei verschiedene Baupläne werden durch die Vardarzone getrennt. Das kommt auch im Großteil der Synthesen zum Ausdruck, die den Balkan erfassen. Die Vardarzone trennt nach L. Kober 1952 Nord- und Südstamm des alpinen Faltenstranges. Sie ist nach L. Kober 1931 die Grenzzone der Helleniden zum Rhodopezwischengebirge. Dagegen scheint es nach dem bisher skizzierten geologischen Aufbau Makedoniens schwer verständlich, die Rhodope mit G. St. Bončev als dinaride Bauzone zu betrachten. Wohl existieren zweifellos gegen SW und W gerichtete Bewegungen der Rhodope, die aber sekundäre Bewegungen sein dürften.

Eine weitere wichtige morphotektonische Zäsur ist die Linie von Peć. Auf geologischen oder tektonischen Kartendarstellungen dieses Raumes erscheint diese Grenzlinie deutlich: Nördlich der Linie von Peć die breite Entwicklung des Falten- und Deckenbaues der Kalkdinariden. Südlich der Linie von Peć das Vorherrschen von metamorphen und kristallinen Serien. Daher spricht L. Kober mit vollem Recht von Dinariden s. str. nördlich der Linie von Peć, von Helleniden innerhalb der Dinariden s. l. südlich davon. Unter Dinariden s. l. soll der gesamte Südast der alpinen Faltenstränge in Europa verstanden werden. Die Dinariden s. str. wären tektonisch höher als die Helleniden. Die Linie von Peć wurde von L. Kober 1952 mit der Rheinlinie

verglichen. Letztere ist die morphotektonische Zäsur zwischen West- und Ostalpen. Sie trennt die Ostalpen mit ihrem breiten, nordkalkalpinen Mesozoikum, vergleichbar mit den Kalkdinariden, von den tektonisch tiefer liegenden, kristallinbeherrschten Westalpen, vergleichbar mit den südlichen Dinariden (= Helleniden). Nahe der Rheinlinie liegt im höheren ostalpinen Deckengebiet das Unterengadiner Fenster, weiter im Osten das der Hohen Tauern. Auch in der Nähe der Linie von Peć liegt ein Verbreitungsgebiet von Metamorphiden in den Pelagoniden, im tieferen Bauteile der Helleniden; weiter entfernt, in südöstlicher Richtung, noch das gesicherte Attikafenster.

Mir erscheint es wichtig, darauf hinzuweisen, bei der Betrachtung des Problems der Pelagoniden oder des Unterengadiner Fensters auch die Gesamtstruktur des umgebenden Raumes zu berücksichtigen. So hat die Rheinlinie, ihre genaue Kenntnis, ganz wesentlich zur Auflösung der Tektonik in West- und Ostalpen beigetragen. Und wir kommen zu keiner befriedigenden Deutung des Ostalpenbaues, wenn wir die Beobachtungsergebnisse dieser Zone außer acht lassen. Genau so müssen wir in Vardarisch-Makedonien zu einem Baubild kommen, in dem die Pećer Linie und die Geologie Makedoniens wie die Geologie der Kalkdinariden berücksichtigt und aufeinander abgestimmt erscheinen.

Auch bei meinem Referate über „Die tektonische Stellung der Pelagoniden im Raume der Dinariden“ auf der südostgeologischen Arbeitstagung im Oktober dieses Jahres in Leoben ergab sich als Hauptproblem: Sind die Pelagoniden variszische oder alpine Metamorphiden? Denn der Nachweis eines alpinen „Fensters“ kann nur durch Ableitungen wahrscheinlich gemacht, aber nicht durch Fossilfunde belegt werden. Dagegen wurde die Frage, ob die Pelagoniden als fertiges Kristallinmassiv in den heutigen Bau übernommen wurden oder ihre Metamorphose durch die gleiche Orogenese geprägt wurde, die so ihre Stellung als tiefster Gebirgsstamm, als Metamorphiden bedingte, kaum berührt. Wir haben mit den Pelagoniden die „Schwierigkeit“, zwar wohl beweisen zu können, daß sie Metamorphiden sind; das wird durch den altkristallinen Rahmen der Ljuboten-Decke klar zum Ausdruck gebracht. Wir können aber noch nicht sicher durch Fossilfunde belegen, daß sie in einem alpinen Fenster kulminieren, worauf vor allem die Regionalgeologie hinweist.

Interessant dürfte es auch sein, ganz allgemein zu untersuchen, ob in den Pelagoniden Metamorphiden auftreten können, begründet und bedingt durch die Gesamtsituation. Die folgenden Gedankengänge können nur skizziert und sollen erst weiterhin voll ausgebaut und

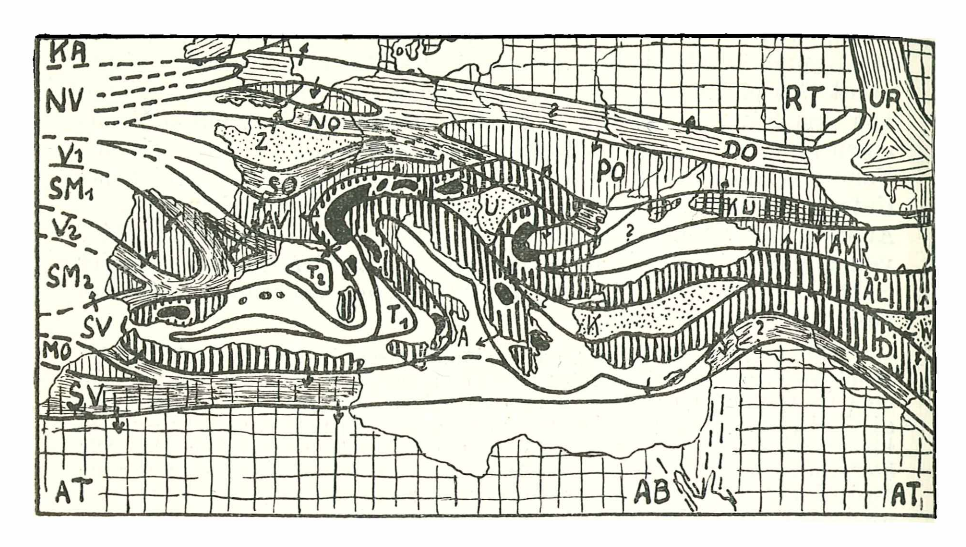



Abb. 11. Tektonische Skizze des Auftretens von Metamorphidenfenstern in Europa von W. Medwenitsch unter Grundlage des Tektonogramms von Europa von L. Kober 1933 (aus 1955, 66).

erweitert werden. Betrachten wir zuerst die Skizze der alpinen Metamorphidenfenster in Abb. 11, bei der im Tektonogramm Europas von L. Kober (1953 (66) die Metamorphiden hervorgehoben wurden, und gehen wir von den Ostalpen aus. Das Tauernfenster zeigt eine deutliche Beugung, einen westlichen mehr WSW — und einen östlich mehr ESE — gestreckten Teil. Die westalpine Richtung schwenkt in die ostalpine Richtung um. Dort, wo die Ostalpen in die karpatische SW—NE-Richtung umgebeugt werden, liegt das Wechselfenster, über dessen Position, ob Pennin oder Unterostalpin, wir noch nicht vollkommen klar sehen. Die Westalpen, die im alpinen Bauplan Pennin in weitester Verbreitung zeigen, beschreiben den berühmten Westalpenbogen vom Rhein zum Ligurischen Meer. In diesem erscheinen die Metamorphiden so weit aufgewölbt, daß die höheren Deckeneinheiten abgetragen wurden und so die Metamorphiden, das Pennin vom Rhein bis zum Ligurischen Meer, zum vorherrschenden Bauelement wurde. Das Pennin Nordkorsikas liegt in dem Bogen, in dem die Alpiden um Sardinien den Balearen und der Sierra Nevada zustreben; in diesen Raum fällt auch die Abspaltung des pyrenäischen Nebenorogens. Das Penninfenster der Sierra Nevada liegt nach L. Kober in einem schwachen Bogen der betischen Kordillere. Verfolgen wir noch den Nordstamm des alpinen Orogens, die Alpiden nach Osten, so sehen wir noch Metamorphiden im Donaufenster (Paringfenster) in dem ausgeprägten Donaubogen, der Karpaten und Balkaniden verbindet. Im Südstamm des alpinen Orogons, in den Dinariden, kennen wir im Nordapennin das Fenster von Carrara, eine Kuppel von Metamorphiden unter den toskaniden und liguriden Apennindecken. Das Kalabrienfenster nach L. Kober liegt in dem Bogen, in dem der NW—SE-streichende Apennin des italienischen Festlandes in die W—E-Richtung Siziliens umschwenkt. Dagegen be-

obachten wir im Verbreitungsgebiet der Pelagoniden keine Bogenform; sie streichen in gerader Richtung NW—SE durch. Das Attikafenster L. Kobers, bestätigt durch die Arbeiten von W. E. Petraschek und G. Marinos, liegt wieder an der Beugestelle von der NW—SE-Richtung der Helleniden, in die mehr oder weniger W—E-Richtung der Taurusketten.

Aus dieser rein beschreibenden Systematik des Auftretens oder möglichen Auftretens von Metamorphiden im alpinen Nord- und Südstamm Europas geht hervor, daß die Metamorphiden an Beugestellen der Faltenstränge auftauchen. Bogenbildung und Auftreten von Metamorphiden stehen jedenfalls in einem ursächlichen Zusammenhange. Dieses Prinzip erscheint uns sehr einfach und einleuchtend, da Bogenbildung ein Zusammenstauchen der Gebirgsmassen bedingt und als Folge davon Aufwölbungen auftreten. Jedenfalls soll dieses Prinzip nicht verallgemeinert werden, da uns für das Auftreten des Unterengadiner Fensters und der Pelagoniden andere Gründe als maßgeblich erscheinen, wie ich noch zeigen möchte. Zweifellos werden noch andere Faktoren mit dem Auftreten metamorphider Kulminationen verknüpft sein, die aber nicht im Rahmen dieser Arbeit, um nicht deren gesteckten Rahmen zu sprengen, nicht aufgezeigt werden sollen und können. Sie sollen späterer Untersuchungsarbeit vorbehalten bleiben. Es wird zu untersuchen sein, welche Rolle die Einengung spielt, an welchen Bogenstrukturen des alpinen Orogens keine Metamorphiden auftreten und warum. Natürlich wird mit diesen Problemen auch die schwierige Frage nach Unterscheidung zwischen primären und sekundären Bogenformen in den Vordergrund gerückt[14]. Eine Anzahl von Umständen ist mitbestimmend für das Auftreten von Metamorphiden; das Auffällige ist ihre Verknüpfung mit orogenen Bögen.

Für das Auftreten des Unterengadiner Fensters konnten wir wahrscheinlich machen (92), daß ein junger Vorstoß der Dinariden in den Ostalpenkörper für die Anlage dieser Bündnerschieferkuppel verantwortlich gemacht werden kann. Auch zeigt sich noch ein Einfluß dieser Bewegung im Verlaufe der Rheinlinie. Auf diese Tatsachen machten auch L. Kober und R. Staub aufmerksam. Auffällig ist die gleiche NE—SW-Streichrichtung der Achse des Unterengadiner Fensters und der Tonalelinie, die als Teil der alpin-dinarischen Narbe Nordalpen und Südtiroler Dolomiten trennt. Dieser vorgeprellte dinarische Keil kommt auch auf dem Kartenbilde deutlich zum Ausdruck. Das Unterengadiner Fenster ist also in seiner Anlage nicht durch die Bogenform des Gebirgsstammes, dem es angehört, bedingt, sondern durch Einflußnahme des zweiten orogenen Stammes; in diesem Falle Südstamm, Dinariden. Wir kommen so zu einer zweiten Ursache des Wie und Warum eines tektonischen Fensters, des Auftretens von Metamorphiden. Und dieser zweite Fall scheint mir als Erklärungsversuch für die Pelagoniden anwendbar. Betrachten wir kurz das Tektonogramm in Abb. 10 (S. 447). Wir sehen im Bereiche der Linie von Peć ein übermäßiges Eindringen der äußeren Schiefer- und Hornsteinzone und der Zukali-Pindos-Zone in den Dinaridenkörper. In streichender Fortsetzung der Pećer Linie treffen wir in nordöstlicher Richtung mitten in den Balkanidenbogen. Die Ketten des Balkan umgürten das Balkanvorland in der Walachei, auf das die Linie von Peć fast senkrecht zustreicht. Dieses Bild soll festgehalten werden. Es ist, auf kleineren Darstellungen noch besser erkennbar, jedenfalls eine Beeinflussung

[14] Für Anregungen, die diese Probleme befassen, bin ich Herrn Prof. Dr. E. Clar sehr zu Dank verpflichtet.

des südlichen, des dinarischen durch den nördlichen, den alpinen Gebirgsstamm festzustellen. In welcher Art diese Beeinflussung erfolgte, kann schwer gesagt werden. Wir können an einen südlichen, südwestlichen Vorstoß des Balkanvorlandes denken. Auch kann das Balkanvorland als starrer, verharrender Block zu einer besondern Verengung, die das Kartenbild auch tatsächlich zwingend ergibt, und damit zur Aufwölbung der Pelagoniden führen.

Dem Auftreten von Metamorphiden im dinariden Südstamm des alpinen Orogens kommt auch in anderer Hinsicht prinzipielle Bedeutung zu. R. Staub sieht das alpine Orogen nicht zweiseitig. Dieses hätte nur einen Nordstamm, begründet im Nordvorstoß des Gondwanalandes. Die gesamten Dinariden seien nur in sekundärer Rückfaltung entstanden. Dieser Ansicht widerspricht aber das Auftreten von Metamorphidenfenstern in den Dinariden. Wenn die Pelagoniden alpin sind, so sind auch sie ein weiterer Beweispunkt für die Zweiseitigkeit des alpinen Orogens zusammen mit dem Attikafenster. R. Staub versuchte in dieser Hinsicht das Carrarafenster zu entkräften, indem er im Apennin die Bewegungsrichtung in E gegen W änderte und so den Anschluß an die Westalpen vorschlug.

Eine auf der südostgeologischen Tagung in Leoben besprochene Frage war die südöstliche Fortsetzung der Pelagoniden. Diese geologisch-tektonische Einheit schließt südlich des Kajmakčalans auf griechischem Boden. Südlich der Kreidesenke Ostrovo—Edessa beginnt das Altkristallin des Olymp. Erst etwa 300 km südöstlich kennen wir das gesicherte Attikafenster. Entdeckt wurde es von L. Kober, „erkannt als penninisches Fenster. Seine Umrahmung ist typisch ostalpin" (L. Kober 1931, 61, p. 122). Durch weitere Fossilfunde wurde es durch W. E. Petraschek und G. Marinos 1953 (124) bestätigt. In der Diskussion der Leobner Tagung betonte W. E. Petraschek, daß keinerlei Vergleichspunkte zwischen Pelagoniden und Attikafenster bestünden. Begründung wurde dafür keine gegeben. Doch den Beschreibungen dieses Gebietes von L. Kober 1930 (61), 1931 (63) und von W. E. Petraschek und G. Marinos 1953 (124) ist aber eher das Gegenteil zu entnehmen. Es wird eine Schichtfolge beschrieben, die vergleichbar mit der der Hohen Tauern ist, wie es auch L. Kober 1931 versuchte. Uns zeigte der Schichtbestand und die Mineralfazies der Pelagoniden, daß auch hier auffällige Analogien mit den Hohen Tauern bestehen.

Doch zitieren wir kurz L. Kober 1931 (63, p. 122):

„Ganz unverhofft, man möchte es fast nicht glauben, trifft man im Pentelikon, im Hymettos auf Gesteine und eine Schichtfolge, die altvertraute Bekannte aus den Hohen Tauern der Ostalpen sind. Die Gneise des Pentelikon

haben die größte Ähnlichkeit mit Zentralgneisen der Hohen Tauern. Die Schistes lustrés des Hymettos, des Pentelikon, sind ident mit den Schistes lustrés der Ostalpen. Ich fand auch die Breccien, einige Fossilien, Diploporen, Crinoiden, die das mesozoische Alter sehr wahrscheinlich machen.

Mehrere Decken liegen in den ‚Attiden' übereinander. Im Pentelikon liegt zu unterst der Gneis mit Glimmerschiefern. Paläozoikum fehlt oder ist nur spärlich entwickelt. Quarzite und Dolomite bilden die Trias. Darüber kommen Marmore und Schistes lustrés. Diese tiefe Pentelikondecke wird von einer höheren Serie überschoben. Sie beginnt mit einer Scholle von etwa 100 m Pentelikongneis und Glimmerschiefer. Darauf folgen Dolomit, Kalkmarmor und echte Schistes lustrés.

Im Hymettos liegt über basalen Schiefern mit Kalken vom Typus Kalkphyllit der mächtige Marmorzug des Hymettos. Darüber kommen typische Schistes lustrés mit Kalken, Schiefern, Breccien und grünen Gesteinen (Serpentinen) von Lherzolithtyphus. Über diese tiefere Hymettosdecke folgt die höhere mit Quarzit (?), Dolomit mit Diploporen und Crinoiden. Darüber Kalke, endlich Schiefer, Sandsteine mit grünen Gesteinen, die aber nach Voreadis Harzburgittypus haben. Diese Schichtgruppe liegt auch unmittelbar dem unteren Hymettosmarmor auf und weckt den Eindruck transgressiver Lagerung. Dann müßte der Deckenbau älter sein als diese Schicht, die als Kreide gedeutet wird.

Dieser unteren attischen Deckenfolge liegt noch eine obere auf, die gleichfalls in zwei Teile gegliedert werden kann. Ich möchte diese obere attische Serie auch als Athener Klippenzone zusammenfassen."

W. E. Petraschek und G. Marinos 1953 (124) kommen zu folgender neuer Erkenntnis (p. 52):

Phylitdecke mit Marmorschuppen

— — — — — — — — — — — — — — — — — —Überschiebung

| | |
|---|---|
| Oberer Marmor | Obertrias bis Jura? |
| Kaesariani-Glimmerschiefer | |
| Unterer Marmor mit Dolomit und Schiefern | |

Der fazielle Hauptunterschied zwischen Attikafenster und Pelagoniden dürfte darin liegen, daß in den Schieferhüllserien der Pelagoniden Ophilithe nur geringe Verbreitung haben. Auch zeigt das Attikafenster eine stärkere Tektonik. W. E. Petraschek und G. Marinos schließen in Berücksichtigung der „postmagmatischen Mineralisationsvorgänge" (Lagerstätte von Laurion) auf ein „etwa alttertiäres Alter der Hauptbewegung". Wir denken nicht daran, daß metamorphide Fazies in gleichbleibender Weise auf Hunderte von Kilometern durchstreicht. Auch kann sich das Alter der Hauptbewegung verlagern. In der Vardarzone transgrediert Gosau über steilgestelltem Schuppenbau. Vorgosauische Bewegung ergibt sich so, die gegen SE fortschreitet und sich zeitlich nach oben verlagert. Ein ähnliches Beispiel bietet sich uns in den Ost- und Westalpen. Hier kennen wir vorgosauische (austrische) Hauptbewegung in den Ost-, laramische Hauptbewegung in

den Westalpen. So ergibt sich eine räumliche und gleichzeitig auch zeitliche Verlagerung von Ost nach West.

In den älteren Darstellungen und auch bei K. Leuchs sehen wir in Kleinasien die Menderesmasse als prätektonisch kristallinen Massivkörper verzeichnet, in ähnlicher Position wie bisher pelagonisches und Rhodopemassiv gesehen wurden. Die Pelagoniden sind nun aber als prätektonische Masse ausgefallen. So ergibt sich auch für die Menderesmasse die Fragestellung, ob nicht dort auch Metamorphiden vorliegen. Die Möglichkeit dieser Fragestellung bestätigen W. J. Schmidt, G. Müller, H. Holzer und K. Metz, nachdem er in seinem Leobner Vortrag betont hatte, das Menderesmassiv sei ein voralpidisches Massiv, das nicht in verschiedene Bauteile getrennt werden darf. Nach mündlicher Mitteilung von H. Holzer ist alpine Tektonik innerhalb des Menderesmassivs zweifellos vorhanden. L. Kober teilte mir brieflich mit, daß Pelagoniden — Attiden — Naxiden — Menderiden eine Einheit der dinariden Metamorphiden seien.

Eine von den jugoslawischen Kollegen gerne und oft gestellte Frage galt dem zeitlichen Bewegungsplan der Pelagoniden:

Auch F. Kossmat 1924 (77) erörterte die geologische Geschichte Makedoniens ausführlich. Er kommt zu dem Schlusse, daß „die allgemeine Metamorphose des makedonischen Grundgebirges älter sein muß als die Schiefer-Hornstein- und Serpentinformation, die wir in den Jura stellten, während sie O. Ampferer und W. Hammer in Serbien sogar der Trias zuweisen". „Damit kommt man auf die paläozoische Gebirgsbildungsperiode, die bei uns in Mitteleuropa mit der varistischen Faltung kulminierte." „Es wäre aber ein Fehler, wenn man deshalb die Anfänge der dinarischen Gebirgsbildung in das Paläozoikum zurückversetzen wollte" ... „Wenn man alle diese Anzeichen zusammenfaßt, so wird man zu der Annahme gedrängt, daß die ‚ophiolithische' Eruptions- und Störungsepoche Südeuropas sich mindestens zu einem großen Teile mit der ‚Kimmerischen Phase' der Krim und des saxonischen Faltungsfeldes von NW-Deutschland deckt. In letzterem Gebiet lag ihr Spielraum zwischen Kimmeridge und Unterneokom" (p. 132). F. Kossmat betont auch die Wichtigkeit vorgosauischer und nachgosauischer Faltung im dinarischen Bauplan. Dann wird noch die geologische Geschichte Makedoniens bis in die jüngste Zeit verfolgt und vor allem an der Verbreitung des Tertiärs erläutert.

Dieses Bild wäre, im großen gesehen, dafür gültig, wenn die Pelagoniden variszische Metamorphiden sind. Dann läge in den Pelagoniden variszischer Deckenbau vor, die geologisch-tektonischen Hauptleitlinien wären präalpin gestaltet. Die alpine Orogenese hätte nur die Kalkdinariden und die dinarischen Außenzonen erfaßt. Wenn aber die Pelagoniden alpine Metamorphiden sind,

wofür die Gesamtsituation zu sprechen scheint, dann kommt vorgosauischer Bewegung, der austrischen Phase nach H. Stille, besondere Bedeutung zu, da actaeonellenführende Oberkreide über den steilgestellten Serien der Vardarzone transgrediert. Mit jungkimmerischen Embryonalbewegungen wäre gleichfalls zu rechnen. Nachgosauische Phasen, die z. T. die prägosauisch angelegten Bewegungsbahnen wiederbelebten, gestalteten dann das uns heute vorliegende Baubild. Natürlich werden auch variszisch gefaltete Bauteile en bloc in das alpine Gebirge übernommen worden sein und je nach ihrer orogenen Lage alpin verschiedenartig überprägt.

## $F_1$. Zusammenfassung.

Aus einer kurzen Erforschungsgeschichte Makedoniens wurde die Problemstellung unserer Arbeit abgeleitet. F. v. Nopcsa 1921 zeichnete noch Rhodope und pelagonisches Massiv als Einheit. Von F. Kossmat 1924 stammt die grundlegende Gliederung, daß „pelagonisches Massiv" und Rhodope durch die Vardarzone tektonisch völlig voneinander geschieden sind. 1931 vermutete L. Kober im pelagonischen Massiv ein pennines Fenster und sah die Rhodope als Zwischengebirge. Dagegen neigt L. Kober 1952 zur Deutung der Pelagoniden als variszische Metamorphiden, und die Rhodopiden seien nicht Zwischengebirge, sondern zentraler Gebirgsteil der Balkaniden. K. V. Petković folgt in seinem tektonischen Konzepte F. Kossmat, doch wären Rhodope wie pelagonisches Massiv grundsätzlich ähnliche, kristalline Kerngebiete: Durch beiderseitiges Abgleiten paläozoischer und mesozoischer Serien könnte sekundär ein Fenster vorgetäuscht werden.

Die Fragestellung unserer Arbeit in Makedonien unter der Zielsetzung einer regionalgeologisch-tektonischen Gliederung war daher: Sind die Pelagoniden Metamorphiden oder nur kristalline Massivteile? Dazu kommen viele Detailprobleme, die sich aus diesem Hauptproblem ergeben.

Die wesentlichsten Ergebnisse gemeinsamer Arbeit von K. Jenko (Skopje), J. Pendžerkovski (Skopje), B. Sikošek (Beograd) und W. M. (Wien) in den Jahren 1953 und 1954 sind folgende:

Die Rhodopiden zeigen in dem kleinen makedonischen Anteil verhältnismäßig ruhige Lagerung. NNW—SSE-orientierte Granitkuppeln liegen in Paraserien und paläozoischen Schiefern. In jungen Einbruchsbecken ist Oberkreide und Tertiär zu beobachten. Granite und Dachserien zeigen keine gemeinsame Überprägung. Für ein alpines Alter der

makedonischen Rhodopegranite konnten keine Anhaltspunkte gefunden werden. Im Rahmen der Arbeiten des geologischen Institutes der Serbischen Akademie der Wissenschaften in Beograd wurden Gerölle von Štiper Granit, der bisher als besonders jung galt, in fossilbelegtem Obereozän und Neokom gefunden. Mit Annäherung an die Vardarzone, gegen Westen hin, mehren sich die Anzeichen intensiverer Tektonik: Die Furka Randzone zeigt schon mehr Schuppen- und Faltenbau. Ihre Schichtfolge zeigt Granite (Furka-), Gneise, paläozoische Schiefer mit zahlreichen Serpentinen und Grünschiefern wie fragliches Mesozoikum um den Dojransee.

Die Vardarzone trennt Pelagoniden und Rhodopiden. Ihr Schichtbestand ist in stratigraphischer Hinsicht ein sehr weiter und umfaßt Kristallin, paläozoische Schiefer, mesozoische Kalke, z. T. metamorph, z. T. aber nicht metamorph — der Jura von Demir Kapia ist fossilbelegt —, jurassische Hornsteine und vor allem Serpentine, Diabase und Grünschiefer. Über kompliziertem, steilgestelltem Schuppenbau transgrediert actaeonellenführende Oberkreide. Trachyandesitische Ergüsse, als jüngste Basalte, begleiten die Vardarzone, auch auf die Rhodope nach einer nach K. V. Petković der Pećer Linie parallelen Struktur übergreifend.

Die Pelagoniden zeigen zutiefst Granitkerne (z. B. Prilepgranit) mit fließenden Übergängen zu Gneisen; über diesen Paragneise, Granat- (Staurolith-) Glimmerschiefer und Amphibolite als altes Dach. Dessem Hangenden folgt eine tiefere Hüllserie mit wenig Quarzit und mächtigen Dolomit- und Kalkmarmoren (= Pletvarmarmor). Die höhere Schieferhüllserie umfaßt graue Kalkphyllite und bräunliche Feinbreccien wie sandige Schiefer; diese beiden Gesteinsgruppen weisen sehr große Ähnlichkeiten mit den grauen und bunten Bündnerschiefern des Unterengadiner Fensters auf. Alle diese Einzelglieder wurden durch eine gemeinsame, aber teufenverschiedene Metamorphose überprägt. Fossilfunde glückten im sedimentären Bestande der Pelagoniden nicht. Neben der bisherigen Behauptung präpaläozoischen oder paläozoischen Alters ist für tiefere wie höhere Hüllserie ebenso mesozoisches Alter in Betracht zu ziehen. Der petrographische Vergleich der pelagoniden Einzelglieder mit den Gesteinen der Hohen Tauern ist leicht möglich; ebenso ergibt ein Vergleich der Mineralfazies in Pelagoniden und Hohen Tauern überraschende, fast vollständige Analogien. Das allseitige Abtauchen der pelagoniden Serien, ihr Kuppelbau entspricht ihrer tiefen orogenen Lage; ihre Metamorphose wurde

durch die gleiche Orogenese geprägt, der sie die tiefe Lage im Orogen verdanken; sie stehen damit im Gegensatz zu den Zentraliden, wie sie uns in der Ljuboten Decke vorliegen, deren Kristallisation bereits abgeschlossen war, als sie in das Orogen eingebaut wurden. Wir sprechen daher im Sinne von L. Kober von Metamorphiden für den tiefsten orogenen Stamm.

Das nächsthöhere Bauglied über den Pelagoniden und unter der Ljuboten Decke ist die Raduša Decke mit paläozoischen Schiefern, Serpentinen — in diesen liegen die bedeutendsten Chromitbergbaue Jugoslawiens —, Žedenkalk (nach G. Hiessleitner paläozoisch, nach F. Kossmat mesozoisch), nördlich und südlich des Ljuboten verbreitet. Diese Serie streicht gegen SW und zeigt im Gebiete des Titov vrh Quarzphyllite, Quarzite und eine jedenfalls mesozoische, schieferig-kalkige Serie mit Grünschiefern, Feinbreccien und roten Quarziten; dieser Gesteinsbestand bietet handstückmäßig überraschende Vergleichsmöglichkeiten mit dem Unterostalpin der Ostalpen. Der westlichste Teil der Vardarzone, die Velesserie, würde in Stratigraphie und Lage der Raduša Decke entsprechen. Schon G. Hiessleitner parallelisierte die Serie um Raduša mit der Velesserie, dem wir uns anschließen möchten.

Die Ljuboten Decke besteht aus Altkristallin (Glimmerschiefern, Paragneisen, Orthogneisen, schwach vergneisten Graniten, stark vergrünt), vergleichbar ostalpinem Altkristallin, wie ich es z. B. in der Silvrettagruppe der Ostalpen kennengelernt habe. Sie liegt in der Šar planina auf der Raduša Decke und zeigt im Ljuboten im Hangenden Kalkglimmerschiefer, Marmore und wurzelt, beobachtbar, bei Kačanik im Lepenactal in der Vardarzone. Am Westrande der Pelagoniden, die höhere Hüllserie der Pelagoniden und Korab-Perister-Serie trennend, entspricht der Ljuboten Decke der Kruševo Gneiskeil mit Orthogneismyloniten und -diaphthoriten, wie Paragneisen und Amphiboliten als Außenzone. Absteigende Metamorphose steht hier im starken Gegensatz zur aufsteigenden Metamorphose in den Pelagoniden. Der Kruševo-Gneiskeil stirnt in der Korab-Perister-Serie und wurzelt jedenfalls in der Elenschuppe der Vardarzone. Dieses Altkristallin hat sein Äquivalent Süd der Kreidesenke von Ostrovo—Edessa im Olymp mit auflagerndem Mesozoikum kalkdinarischer Fazies.

Wir konnten zeigen, daß das pelagonische Massiv F. Kossmats in genetisch verschiedene Serien gegliedert werden kann. Die eigentlichen Pelagoniden werden von einem Kranz altkristal-

liner Schollen umgürtet und so als dinaride Metamorphiden gekennzeichnet.

Die Korab-Perister-Zone ist charakterisiert durch den Peristergranit, durch paläozoische Schiefer- und Kalkserien und durch leicht metamorphe, mesozoische Kalke in den verkarsteten Gipfelpartien dieses Gebietes. Dieses Paläozoikum führt weit verbreitet Chamositschiefer, deren Hangendes mit Devon fossilbelegt ist; in ihrem Hangenden liegt eine Violettserie (Perm—Skyth). Der Peristergranit nimmt wohl eine Sonderstellung im Sinne eines posttektonischen Granites ein.

In regionaler Überschiebung liegt die Debarzone, die mit der Albanischen Tafel und den Decken des Kalkhochkarstes zu parallelisieren ist, der Korab-Perister-Zone auf. Sie zeigt eine Schichtfolge von Werfener Schiefern, Muschelkalk, karnischen Schiefern und korallenführendem Dachsteinkalk wie auch transgressive Oberkreide. Aus der Basis der Debarzone wurden durch F. Goebel 1919 und O. Welter 1923 fossilführende Han bulog-Kalke (= anisische Hallstätterkalke) bekannt. Diese anisischen Hallstätterkalke finden sich meist auf bestimmte Zonen der Dinariden beschränkt, so vor allem auf die Zukali- (Merdita-) Decke. August 1954 fand nun cand. geol. H. Plote aus Braunschweig im Bereiche der Chamositlagerstätte Tajmište/Kičevo Leitfossilien der Han bulog-Kalke. Von O. Kühn wurden *Balatonites semilaevis* Hauer und *Gymnites* cf. *bosnensis* Hauer bestimmt. Diese anisischen Hallstätterkalke liegen ohne stratigraphisch ergänzendes Zwischenmittel, also in Diskordanz, in die paläozoischen Schiefer der chamositführenden Serie (Devon) eingefaltet. Hallstätterkalk und paläozoische Schiefer zeigen das gleiche N—S-Streichen.

Durch diesen Fund erhalten wir einen weiteren Hinweis auf alpinen Deckenbau. Ist doch der Metamorphidencharakter der Pelagoniden durch die Beobachtung des Auflagerns tektonisch stark mitgenommenen Altkristallins über aufsteigend metamorphen pelagoniden Serien sichergestellt. Das alpine Alter dieses tektonischen Fensters kann nur abgeleitet werden, solange kein eindeutiger Fossilfund gelingt. J. Duhovnik berichtete auf der südostgeologischen Arbeitstagung in Leoben von einem Fund einer devonischen Fauna im „pelagonischen Massiv". Der Fundpunkt liegt aber um Kičevo westlich des Kruševo Gneiskeiles und damit eindeutig in der Korab-Perister-Zone, wie ich in der Diskussion festgestellt habe. Devonfossilien wurden schon mehrfach in der chamositführenden Serie der Korab-Perister-Zone gefunden. Es wurde betont, daß

sich durch alpine Metamorphiden in den Pelagoniden eine befriedigende Erklärung der Linie von Peć ergibt. L. Kober hat auf eine Vergleichsmöglichkeit mit der West-Ost-Alpengrenze hingewiesen: Im Norden der Pećer Linie die breite Entwicklung der höheren Kalkdinariden (vergleichbar mit den Ostalpen), die bis an die innere Schiefer- und Hornsteinzone (= Vardarzone) zurückreichen — im Süden der Pećer Linie der durch kristalline Serien bestimmte tiefere Bauplan der Helleniden (vergleichbar mit dem Pennin der Westalpen). Auf jeder geologischen Übersichtskarte Jugoslawiens oder des Balkans ist zu ersehen, daß der Donaubogen der Balkaniden zweifellos Einfluß auf das Erscheinen von Metamorphiden in Makedonien nimmt. Ähnliches ist auch aus dem Unterengadiner Fenster bekannt. Dort ist das Auftreten des Fensters an der West-Ost-Alpengrenze jedenfalls durch einen jungen Vorstoß der Dinariden in den Ostalpenraum bedingt. Sonst sieht man eine enge Verknüpfung von Bogenformen und Auftreten von Metamorphiden im alpinen Orogen, so am Tauernfenster, im Westalpenbogen, auf Korsika, in der Sierra Nevada, im Wechselfenster, im Paringfenster des Nordstammes, im Carrara-, Kalabrien- und Attikafenster des Südstammes. So wurden zwei auffällige Ursachen beschreibend festgehalten, die zwei Metamorphidentypen, ihrem Auftreten nach, unterscheiden lassen.

Vergleichen wir abschließend noch die Skizze der Geologie Makedoniens von F. Nopcsa 1921 in Abb. 1 und unser Tektonogramm in Abb. 10: Zweifellos ist ein bedeutender Fortschritt in der Erforschung Makedoniens in den letzten 35 Jahren festzustellen. Wir sehen aber unsere Arbeit mehr in dem Sinne, daß sie Probleme aufzuzeigen versucht, die in kommender, intensiver Detailarbeit, Detailkartierung, gelöst oder wenigstens einer Lösung näher gebracht werden sollen.

## $F_2$. Izvod.

Na osnovu kratke historije proučavanja Makedonije, izvodilo se je stanovište problema našeg rada. F. v. Nopcsa 1921 obilježavao je Rodope i Pelagonski masiv kao cjelinu. Od F. Kossmata 1924 potiče tek osnovno raščlanjivanje, „Pelagonski masiv“ i Rodope, koji su tektonski potpuno rastavljeni Vardarskom zonom. 1931 pretpostavljao je L. Kober u Pelgonskom masivu Penninski prozor i u Rodopima medjuvenačne planine. Tome nasuprot L. Kober 1952 sklon je tumačenju o Pelagonidima kao variscijskim metamorfidima i Rodopidi nebi predstavljale medjuvenačne planine, već centralni planinski dio Balkanida. K. V. Petković u svom tektonskom konceptu slijed F. Kossmata,

ali bi Rodopi kao i Pelagonski masiv bili u osnovi slični, područja kristalinskog jezgra. Poradi obostranog smicanja paleozojskih i mesozojskih serija mogao bi se sekundarno zavaravati tektonski prozor.

Postavljanje pitanja našeg rada u Makedoniji i cilja rada, bilo je regionalno geološko i tektonsko raščlanjenje. Dali su Pelagonidi metamorfidi ili samo kristalinski masvni djelovi? K' tome se pridružuju mnogi detaljni problemi, koji proizlaze iz glavnog problema.

Glavni rezultati zajedničkog rada od K. Jenko (Skopje), J. Penderkovski (Skopje), B. Sikošek (Beograd) und W. M. (Wien) u godinama 1953 i 1954 su sljedeći:

Rodopidi pokazuju u malom makedonskom udjelu srazmjerno mirno zaleganje. SSZ—JJI orijentirane granitske kupole leže u para serijama i paleozojskim škriljcima. U mladom grabenu može se promatrati gornja kreda i tercijar. Graniti i krovne serije ne pokazuju zajedničko obiležje metamorfoze. Za alpinsku starost makedonskih Rodopa nisu mogli biti nadjeni oslonci. U okviru rada Geološkog instituta Srpske akademije nauka u Beogradu nadjeni su obluci Štipskog granita, koji je dosada važio kao osobito mlad, nadjen je u fosilonosom gornjem eocenu i neokomu. Sa približavanjem Vardarskoj zoni, premi zapadu, umnožavaju se obilježja intenzivnije tektonike. Furka rubna zona pokazuje već više kraljušastu i ubranu gradju. Njihov superpozicioni red slojeva pokazuje granite (Furka), gnajseve, paleozojske škriljce sa različitim serpentinima i zelenim škriljcima, kao i problematičan mezozoik oko Dojranskog jezera.

Vardarska zona odjeljuje Pelagonide od Rodopida. Njen sastav slojeva je u stratigrafskom pogledu vrlo širok i obuhvaća kristalin, paleozojske škriljce, mezozojske krečnjake, djelom metamorfni, djelom nemetamorfni, jura kod Demir Kapije je fosilonosna-, jurske rožnjace i prije svega serpentine, dijabaze i zelene škriljce. Preko komplikovanih, ustrmljene kraljužaste gradje transgredira fosilonosma gornja kreda Actaeonellama. Trahiandezitski izlivi, kao najmladji bazalti, prate Vardarsku zonu, kao i Rodope a po K. V. Petkoviću paralelnoj strukturi Pećke linije.

Pelagonidi u svojem najdublem djelu pokazuju granitska jezgra (na pr. Prilepski granit) sa postepenim prezlazima ka gnajsevima; preko ovih paragnajsevi, granat(staurolit)-mikašistima i amfibolitima kao stari pokrov. Na njegovoj krovini slijedi

dublja serija omotača sa malo kvarcita i moćnim dolomitskim i krečnjačkim mermerima (Pletvarski mermer). Viša serija omotača škriljaca obuhvaća sive krečnjačke filite i smedjaste sitnozrne breče kao pješčani škriljci; obje grupe stjena pokazuju jako veliku sličnost sa sivim i šarenim Bindnerskim škriljcima tektonskog prozora Donjeg Engadina. Svi ovi pojedinačni članovi pokazuju zajedničko obilezje, ali dubinski različitu metamorfozu.

Nije se uspjelo naći fosilnih nalazišta u sedimentnim članovima Pelagonida. Pored dosadašnje tvrdnje o prepaleozojskoj ili paleozojskoj straosti dublje kao i više serije omotača mogla bi se uzeti u obzir i mezozojska starost. Petrografsko uporedjivanje pojedinih članova Pelagonida sa stjenama Visokih Tura lako je moguće; isto tako daje iznenadjujuce skora potpuno uporedjenje, mineralni facies Pelagonida i Visokih Tura. Svestrano utonjenje Pelagonskih serija, njihova kupolasta gradja odgovara njenoj dubljoj orogenoj poziciji; njena metamorfoza obilježena je istom orogenezom, a zahvaljuje je dubokoj poziciji u orogenu; ona stime stoji u suprotnosti Centralidima, kako su oni predstavljeni u Ljubotenskom pokrovu, a cija je kristalizacija bila već okončana, kada je bila ugradjena u orogen. Mi govorimo stoga u smislu L. Kobera o Metamorfidima za najdublje orogeno stablo.

Sljedeći viši član preko Pelagonida i ispod Ljuboteskog pokrava predstavlja Raduški pokrov sa paleozojskim škriljcima, serpentinima — u kojima leže najznačajnija rudišta hromita Jugoslavije —, Žedenski krečnjak (po G. Hiessleitner paleozojski, po F. Kossmat mesozojski), koji se prostire sjeverno i južno Ljubotena. Ta serija se pruža prema JZ i pokazuje u području Titovog vrha kvarcne filite, kvarcite i na svaki način jednu mezozojsku seriju skriljastih krečnjaka sa zelenim škriljcima, sitnozrnim brečama i crvenim kvarcitima; taj litološki sastav pruža na osnovu pregleda uzoraka iznenadjujuće mogućnosti paralelizacije sa Donjim Istočnimalpinom Istočnih Alpa. Najzapadniji dio Vardarske zone, Veleška serija odgovarla bi u poziciji i stratigrafiji Raduškom pokrovu. Već G. Hiessleitner paralelizirao je seriju oko Raduše sa Veleškom serijom, što bi se i mi htjeli pridružiti.

Ljubotenski pokrov sastoji se iz starog kristalina (mikašistima, paragnajsevima, ortognajsevima, slabo gnajsificiranim granitima, koji su jako pozeleniti), a moguće ga je uporediti sa Istnočnoalpinskim starim kristalinom, kako sam je na pr. mogao upoznati u Silvretta grupi Istočnih Alpi. Ona leži u Šar planini na Raduškom pokrovu i pokazuje u Ljubotenu u krovini krečne

mikašiste (cipoline), mermere, i njen korjen se nalazi uočljiv kod Kačanika u dolini Lepenca u Vardarskoj zoni. Na zapadnom rubu Pelagonida viša serija omotača Pelagonida i Korab-Perister serije odjeljujući, odgovara Ljubotenskom pokrovu Kruševskog gnajsnog klina sa ortognajsmilonitima i diaftoritima, kao i paragnajsevima i amfibolitima kao spoljašna zona. Destruktivna metamorfoza stoji ovdje u jakoj suprotnosti prema konstruktivnoj metamorfozi u Pelagonidima. Kruševski gnajsni klin sučeljava se sa Korab-Peristerskom serijom i ima svoj korjen svakako u Elenskoj kraljušti Vadarske zone. Taj starim kristalin ima svoj ekvivalenat južno od kredne sinklinale od Ostrovo—Edessa u Olimpu sa prekrivajućim mezozojom u krečnačko dinarskom faciesu.

Mi bi mogli pokazati, da se Pelagonski masiv F. Kossmata može rasčlanjivati u genetski različite serije. U stvari Pelagonidi bivaju opkruženi starokristalinskim blokovima (Schollen) i kao takovi su obilježeni kao Dinarski Metamorfidi.

Korab-Peristerska zona okarakterizirana je Peristerskim granitom, paleozojskim škriljcima i krečnajčkim serijama isto tako malo metamorfoziranim, mezozojskim krečnjacima u skarštenim planinskim vrhovima ovog područja. Ovaj Paleozojk ima široko rasprostranjene šamozitske škriljce, čija je podina fosilno dokazana kao devon; u njegovoj krovini leži violetna serija (perm-skitski kat). Peristrski granit zauzima svakako posebni položaj u smislu posttektonskog granita.

U regionalnom navlačenju leži Debarska zona, koja se može paralelizirati sa Albanskom pločom i pokrovima krečnajačkog holokarsta, preko Korab-Peristerske zone. Ona pokazuje litološku seriju od verfenskih škriljaca, školjkovitog krečnjaka (Muschelkalk), karnijskim škriljcima i koraljnim Dachsteinskim krečnjacima, kao i transgresivna gornja kreda. U bazi Debarske zone utvrdjeni su sa strane E. Goebela 1919 i O. Welter 1923 fosilonosni Han-bulog krečnjaci (= anizijski Hallštattski krečnjaci). Ovi anizijski Hallštattski krečnjaci u većini slučajeva ograničeno su vezani za odredjene zone u Dinaridima, tako prije svega na Cukali-(Merdita) pokrov. U augustu 1954 našao je cand. geol. H. Plote iz Braunschweiga u području rudišta šamozita Tajmišta (Kičevo) provodne fosile Han-bulog krečnjaka. O. Kühn je odredio *Balatonites semilaevis* Hauer i *Gymnites* cf. *bosnensis* Hauer. Ovi anizijski Hallštattski krečnjaci leže bez dopunjujućeg medjusloja, dakle u diskordanci, na paleozojskim škriljcima u seriji sa šamozitima (devon) i to ubrano. Hallštattski krečnjak i paleozojski škriljci pokazuju isto pružanje S—J.

Pomoću tog nalaza dobijamo dalje ukazivanje na alpinsku pokrovnu gradju. Taj metamorfni karakter Pelagonida je utvrdjen promatranjem natkrivajućih tektonski jako metamorfoziranog starog kristalina preko konstruktivno metamorfoziranih pelagonskih serija. Alpinska starost ovog tektonskog prozora može se samo naslučivati, tako dugo dok se ne uspije pronači sigurno fosilno nalazište. J. Duhovnik iznio je na jugoistočnom geološkom savjetovanju u Leobenu o nalasku devonske fauneu „Pelagonskom masivu“. Ovaj nalaz medjutim leži oko Kičeva zapadno Kruševskog gnajsnog klina i s time jednoznačno u Korab-Peristerskoj-zoni, kako sam ja mogao utvrditi u diskusiji. Devonski fosili bili su već više puta nadjeni u seriji sa šamozitom Korab-Peristerske zone. Naglašavano je, da je usljed alpinskih metamorfida u Pelagonidima nadjeno zadoviljavajuće rješenje sa linijom od Peći. L. Kober ukazivao je na mogućnost uporedjivanja sa granicom Zapadni-Istočni Alpi: Na sjeveru Pećke linije imamo široko razviće viših djelova krečnjačkih Dinarida (uporedivo je sa Istočnim Alpana), koji sezu do unutrašnje zone škriljaca i rožnjaca (= Vardarska zona) — na jugu Pećke linije okarakterizirana je dubljom gradjom Hellenida (uporedivo sa Penninm zapadnih Alpa). Na svakoj geološkoj preglednoj karti Jugoslavije ili Balkana može se vidjeti, da je Dunavski luk Balkanida imao nesumljivi uticaj na pojavljivanje metamorfida u Makedoniji. Slično je isto tako poznato u Donjem Engadinskom prozoru. Tamo je pojavljivanje prozora obuslovljeno na granici Zapadnih i Istočnih Alpa svakako poradi mladog nadiranja Dinarida u Istočnialpski prostor. Inače se vidi uska povezanost u pojavljivanju Metamorfida alpinskog orogena, tako na tektonskom prozoru Tauerna, u Zapadnoalpskom luku, u Korzici, Sierra Nevadi, tektonskom prozoru Wechsela, Paringa sjevernog stabla, u Carrari, Kalabriji i Attičkom tektonskom prozoru južnog stabla. Opisani su tako dva upadljiva uzroka, koji mogu razlikovati dva metamorfna tipa, po načinu pojavljivanja.

Uporedimo li zaključno još skicu geologije Makedonje od F. Nopcse 1921 u slici 1 i naš tektonogram u sl. 10. Nesumljivo se može konstatirati snačajan napredak u istraživanju Makedonje posljednih 35 godina. Mi vidimo medjutim naš rad više u smislu, da nastoji iznaći probleme, koji će u budućem, intenzivnom detaljnom radu, detaljnom kartiranju biti rješeni ili bar će se doći bliže nekom rješenju.

## F$_3$. Summary.

In 1921 F. v. Nopcsa treated the Rhodope and the Pelagonian massif as a unit. In 1924 F. Kossmat referred to the

Pelagonian massif as a unit tectonically separated from the Rhodope by the Vardar-zone. In 1931 L. Kober expressed the belief that the Pelagonian massif was a Pennie "Fenster" and the Rhodope a "Zwischengebirge". However, in 1952 L. Kober referred to the Pelagonides as Variscian metamorphics, and the Rhodope as the central section of the Balkans. K. V. Petković's tectonic concept resembled that of F. Kossmat, but with a sliding off of Paleozoic and Mesozoic cover toward the margins, simulating a normal erosional "Fenster" (window).

These varied viewpoints as to the geologic-tectonic units of Macedonia led to the formulation of our problem: Are the Pelagonides metamophics or simple parts of crystalline massifs? The main results of a joint study by K. Jenko, J. Pendžerkovski, B. Sikošek and W. Medwenitsch in 1953 and 1954 are:

The Rhodopes in Macedonia exhibit quiet sedimentation. A NNW—SSE-line of granite knobs occurs in metasediments and Paleozoic schists. Upper Cretaceous and Tertiary occur in younger basins. The granites and the roof rocks give no evidence of subsequent deformation common the both; the granite could not be dated. The Serbian Academy of Science reported gravels of Štiper granite, hitherto regarded as quite young, in fossiliferous Upper Eocene and Neocomian sediments. Westward toward the Vardar-zone the tectonic movement increases. The Furka-border-zone has more overthrusts and folds. The section shows Furka-granite, gneisses, Paleozoic schists, with numerous serpentines, greenstones, as well as possible Mesozoics in the vicinity of Dojran-lake.

The Vardar-zone separates the Pelagonides and the Rhodope. A stratigraphic section includes intrusives, Paleozoic schists, Mesozoic limestone (in part metamorphosed), Jurassic hornstones, serpentines, diabases and greenstones; Actaeonella-bearing Upper Cretaceous transgresses steeplydipping and overthrust structure. Trachyandesites and basalts occur in the Vardar-zone.

The Pelagonides have a granite core (with transition to gneisses) the old roof of which consists of paragneisses, schists and amphibolites. Resting on this are a lower series of massive dolomitic and calcareous marbles and some quartzite, and an upper series of calcareous phyllites and fine grained brown breccias. These metasediments resemble the Bündner-schists of the Lower Engadine. Each of these individual layers was subjected subsequently to a common metamorphism, but of varying degrees. In the absence of fossils the age of these series is regarded as

Mesozoic. Mineralogic and petrographic analogies with the Hohe Tauern-series are striking.

In contrast to the "Zentraliden" of the Ljuboten Decke, which was completely solidified at the time of metamorphism, the Pelagonides have a deep orogenic position and were metamorphosed during the time of their structural development.

To the north and south of the Ljuboten Decke ist the Raduša Decke, a structural unit between the Pelagonides and the Ljuboten Decke. It consists of Paleozoic schists and serpentines, some of which contain important chromite deposits. This series strikes southwest, and in the vicinity of Titov vrh includes quartz phyllites, quartzites, and Mesozoic greenstones, breccias and red quartzites. This suite of rocks resembles the "Unterostalpin" of the Eastern Alps, and the Raduša Decke appears to be the stratigraphie equivalent of the Veles-series.

The Ljuboten Decke, composed of mica schists, paragneisses, orthogneisses, gneissic granites, is comparable to the "Altkristallin" of the Eastern Alps (Silvretta). In the Šar planina it rests upon the Raduša Decke, and at Kačanik it is rooted in the Vardar-zone. At the west margin of the Pelagonides, the Kruševo-gneis-wedge which corresponds to the Ljuboten Decke, lies between the upper roof series and the Korab-Perister-series. It consists of orthogneiss-mylonites, diaphthorites, paragneisses and amphibolites. This is a case of regressive metamorphism, in contrast to the progressive metamorphism of the Pelagonides. The Kruševo-gneiss-wedge fronts in the Korab-Perister-series and is rooted in the Elenschuppe of the Vardar-zone. The Olympics, topped with Mesozoic, are the equivalent of the "Altkristallin" south of the Cretaceous basin of Ostrovo—Edessa.

We were able to show that Kossmat's Pelagonide-massif consisted of genetically different series; the true Pelagonides are surrounded by a belt of Dinaric metamorphics.

The Korab-Perister-zone consists of a post-tectonic Perister-granite, Paleozoic schists and limestones, and a slightly metamorphosed Mesozoic limestone on the peaks of karst areas. A prominent chamosite horizont in the Paleozoic series is overlain by fossiliferous Devonian and by Permian Violet-series.

The Debar-zone, which corresponds to the Albanian shield and the limestone "Decken" of the "Kalkhochkarst", is thrust over the Korab-Perister-zone. It includes Werfener schists, "Muschelkalk", "Karnische Schiefer", Dachstein-limestone and transgressive Upper Cretaceous. Han bulog-limestone ("anisischer"

Hallstatt-limestone) have been described from the base of the Debar-zone; they are restricted to certain zones of the Dinarides (Zukali-Merdita Decke), and contain *Balatonites semilaevis* Hauer and *Gymnites* cf. *bosnensis* Hauer. They are folded disconformably into the Devonian chamosite-bearing series. They have a north—south strike.

This fossil discovery is a further indication of alpine "Deckenbau". The metamorphide character of the Pelagonides is well defined by the position of the old crystallines which rest on the Pelagonide series. In the absence of fossils, the "Alpine" age of the window can only be deduced. J. Duhovnik reported a Devonian fauna in the "Pelagonide Massif", but at Kičevo, west of the gneiss-wedge. This location is in the Korab-Perister-zone from which Devonian fossils have been repeatedly reported. It has already been emphasized that the structural line through Peć is explained by the position of the Alpine metamorphides. L. Kober compared this with the boundary between the Western and Eastern Alps. To the north of the Peć-line is a broad development of the upper "Kalkdinariden" (comparable to the Eastern Alps) which extends to the schists and chert zones (Vardar zone), to the south of the line are crystallines of a deeper zone, Hellenides (comparable to the Pennines of the Eastern Alps). The influence of the Danube arc of the Balkanides in the development of the metamorphides of Macedonia can be recognized on the geologic map of Yugoslavia. A similar feature is the Lower Engadine window on the boundary between the Western and Eastern Alps, which was caused by a young advance of the Dinarides in the Eastern Alpine area. Other examples of the close association of arcuate systems with metamorphides are the Tauernfenster, the Western Alps, Corsica, the Sierra Nevada, Wechselfenster, Paringfenster of the northern branch, in the Carrara-, Calabria- and Attica window of the South branch.

During the last 35 years much progress has been made in solving the geologic problems of Macedonia. Our report endeavours to point out those problems which remain to be solved by detailed studies and mapping.

## G. Literaturverzeichnis.

Diese Zusammenstellung enthält die wichtigsten Arbeiten älterer und neuerer Zeit die mir zugänglich waren. Vor allem die Arbeiten der jugoslawischen Kollegen letzter Zeit sind in Wien nicht vollzählig einzusehen und bieten z. T. sprachliche Schwierigkeiten, da sie nicht immer englische, französische oder deutsche Zusammenfassungen enthalten. Daher kann auch nicht der Anspruch auf Vollzähligkeit erhoben werden.

1. Ampferer O. & Hammer W.: Ergebnisse der geologischen Forschungsreisen in Westserbien. I. Die basischen Intrusivmassen Westserbiens. Dschr. Ak. Wsch., Wien 1921, math.-natw. Kl., 98. Bd., p. 11—43. — II. Die Diabashornsteinschichten. Ebendort, 98. Bd., 3. H., Wien 1921, p. 44—56.
2. Antonović A.: Les minérals sedimentaires de Fer in Macédoine et dans les terrains voisins. Bull. Inst. Géol. Rep. Mak., Fasc. 3, Skopje 1952, p. 129—156.
3. Bešić Z.: Nouvelles observations et conceptions sur la géotectonique des Dinarides. Bull. Mus. Hist. Nat. Pays Serbe, Sér. A, 4, Beograd 1951, p. 1—22.
4. — Contribution a la connessance de la distribution des diférents facies et de l'age des couches stratigrafique dans les Dinarides. Bull. Mus. Hist. Nat. Pays Serbe, Sér. A, 4, Beograd 1951, p. 197—222.
5. — Beitrag zur Kenntnis der Geologie der Dinariden. Bull. Mus. Hist. Nat. Pays Serbe, Sér. A, 5, Beograd 1952, p. 85—102.
6. Bončev G. St.: Geologische Karte der östlichen und zentralen Balkanhalbinsel, 1 : 800 000. Nach eigenen Untersuchungen und unveröffentlichten Arbeiten von Dr. V. Cankov, Dr. E. Bončev und Dr. B. Kamenov. Sofia 1936.
7. — Geologische Skizze Bulgariens. La Bulgarie devant. IV. Cong. de géographes et ethnographes slaves, Sofia 1936, p. 29—46.
8. Boué Ami: Mineralogisch-geognostische Details über einige meiner Reiserouten in der europäischen Türkei. Sitz.-Ber. k. k. Ak. Wsch., Wien 1870.
9. — ... und die sogenannte Zentralkette in der europäischen Türkei. Sitz.-Ber. k. k. Ak. Wsch., Wien 1866.
10. — La Turquie d'Europe. Paris 1940. (Eine Übersetzung hiervon erschien 1889 in Wien.)
11. Burgerstein L.: Beitrag zur Kenntnis der jungtertiären Süßwasserdepots bei Uesküb‚ — Jb. G. R. A., Wien 1877, p. 243—250.
12. Ćirić M. B.: Faune crétacèe des environs de Titov Veles. Bull. Mus. Hist. Nat. Pays Serbe, Sér. A, 5, Beograd 1952, p. 247—276.
12 a. Cissarz A.: Zur Petrographie und Genesis südwestmakedonischer Eisensilikatlagerstätten. Bull. Serv. géol. et géoph. de la R. P. de Serbe, tome XI, Beograd 1954, p. 261—340.
13. Cohen, Dimitroff, Kamenoff: Geologie von Bulgarien (Bulgarisch mit französischer Zusammenfassung). Sofia 1946.
14. Cvijić J.: Eine Besteigung des Šar Dagh. Ber. ü. d. XVI. Ver.jahr d. Ver. d. Geographen d. Univ. Wien 1891.
15. — Briefe über seine Reisen in Makedonien im Jahre 1898. Mitt. geogr. Ges. Wien 1898.
16. — Tektonische Vorgänge in der Rhodopemasse. Sitz.-Ber. k. k. Ak. Wsch., Wien 1901.
17. — Die Tektonik der Balkanhalbinsel. C. R. XI. Congr. Int. Géol., Wien 1903.
18. — Geologische Karte von Makedonien und Altserbien. Beograd 1903.
19. — Grundlinien der Geographie und Geologie von Mazedonien und Altserbien. Peterm. Mitt. Erg. H. 162, Berlin 1902, p. 392.
20. — La Peninsule Balcanique. A. Colin, Paris 1918.
21. Doelter C.: Die Mineralschätze der Balkanländer und Kleinasiens. Enke, Stuttgart 1916.

22. Doflein F.: Mazedonien. Erlebnisse und Beobachtungen eines Naturforschers im Gefolge des deutschen Heeres. Fischer, Jena 1921.
23. Donath M.: Die Chromerzlagerstätten des Ljubotengebietes nordwestlich von Ueskküb in Mazedonien. Internat. Bergwirtsch. etc., H. 2, 1931.
24. Divljan St.: The results of studies on granits of various origin from some occurrences in Serbia and Macedonia. Ac. Serbe d. sc., Rec. d. Trav., T. XXIII., Inst. Géol. No. 5, Beograd 1953, p. 257—269.
25. Egeran N. & Lahn E.: Turkiye jeolojik hartasi, 1:800 000 (8 Blätter). Maden tetkik ve arama enstitüsü, Ankara 1942—1946.
26. Erdmannsdörfer O. H.: Über metamorphe Gesteine in Mazedonien. Sitz.-Ber. preuß. Ak. Wsch., Phys.-math. Kl., 32. Bd., Berlin 1920, p. 576—583.
27. — Untersuchungen an mazedonischen Gesteinen I und II. N. Jb. Min., Beil. Bd. 1921, 1923.
28. Erdmannsdörfer, Lebling, Leuchs, Osswald, Wurm: Südostmazedonien und Kleinasien. Berlin 1925.
29. Erdmannsdörfer O. H. & Leuchs K.: Das Gebiet zwischen Vardar, Strumica und Dojransee. Heft „Südostmazedonien und Kleinasien", die Kriegsschauplätze 1914—1918 geologisch dargestellt. Borntraeger, Berlin 1925.
30. Exner Ch.: Zum Zentralgneisproblem der östlichen Hohen Tauern. Radex-Rdsch., H. 7/8, Radenthein 1953, p. 417—433.
31. Forgan C. B.: Ore deposits at the Stantrg lead-zinc mine, Yugoslavia. Int. Geol. Congr., 18th sess., Great Britain 1948. Part VII. Lead-zinc Symposium. London 1950, p. 290—307.
32. Foullon H. B. v.: Über Antimonit und Schwefel von Alchar bei Rozsdan in Macedonien. Verh. G. R. A., Wien 1890, p. 318—322.
33. Goebel F.: Eine geologische Kartierung im Mazedonisch-Albanischen Grenzgebiet beiderseits des Ochridasees. Ber. Math.-Phys. Kl. Sächs. Ges. Wiss., Leipzig 71, 1919, p. 237—276.
34. — Notizen aus dem Gebiet des Ochridasees. Cbl. Min., 1926, p. 336—339.
35. Gripp K.: Das Gebirge um Ueskküb. Zschr. d. Ges. Erdk., Berlin 1921, p. 256—270.
36. — Beiträge zur Geologie von Mazedonien. Hamburg. Univ., Abh. a. d. Geb. d. Ausl.kde., Bd. 7, Reihe C, Natw. Bd. 3, Hamburg 1922.
37. Heritsch F.: Versteinerungen von Crni Vrh in der Šar planina. Bull. serv. géol. roy. Joug., T. III., 1933, p. 171.
38. — Versteinerungen von Čaf Kadis im Šar planina. Bull. serv. geol. roy. Joug., T. III, 1933.
39. — Karbon und Perm in den Südalpen und in Südosteuropa. Geol. Rsch. XXX., 1939, p. 529—588.
40. Hiessleitner G.: Geologie mazedonischer Chromerzlagerstätten. Bg. u. Hm. Jb., 79. Bd., Leoben 1931.
41. — Das Bergbaugebiet von Janjevo in Mazedonien. Bg. u. Hm. Jb., 74. Bd., Leoben 1927.
42. — Geologie und Bergbau der Chromerzlagerstätten des Balkans. Festschr. Leobner Bergmannstag 1937.
43. Hiessleitner G. & Clar E.: Ein Beitrag zur Geologie und Lagerstättenkunde (Chromerz- und Nickellagerstätten) basischer Gesteinszüge in Griechenland. Sitz.-Ber. Österr. Ak. Wsch., math.-nat. Kl., Abt. I, 160. Bd., Wien 1951, p. 697—709.
44. Hiessleitner G.: Serpentin- und Chromerzgeologie der Balkanhalbinsel und eines Teiles von Kleinasien, I. u. II. Teil. Jb. G. B. A., Sd.-Bd. 1, Wien 1951/52.

45. Hilber V.: Geologische Reise in Nordgriechenland und Mazedonien. Sitz.-Ber. Ak. Wsch., math.-nat. Kl., 103. Bd., Wien 1894.
46. Hofmann R.: Antimon- und Arsen-Erzbergbau „Alchar“ in Mazedonien. Österr. Zschr. f. Berg- u. Hüttenwesen, 39. Bd., Wien 1891.
47. Ilić M.: Charactéristique général des pegmatites de la montagne Babuna et des environs de Prilep et les mineraux utils qui se trouvent dans ces pegmatites. Bull. Mus. Hist. Nat. Pays Serbe, Sér. A, 3, Beograd 1950, p. 135—181.
48. Izmajlov N.: Note préliminaire sur l'elaboration de la carte géologique des environs du village Jborli, près de Kavadar faite en rapport avec l'apparition de l'asbeste. Bull. Mus. Hist. Nat. Pays Serbe, 1, Beograd 1950, p. 107—220.
49. — Notice préliminaire se rapportantau dressage de la carte géologique du terrain minier situe entre les villes de Štip et de Radovište. Bull. Mus. Hist. Nat. Pays Serbe, Sér. A, 4, Beograd 1951, p. 119—143.
50. — Néogène de la Partie occidentale de Skopska Kotlina (le Golf de Lubine) comme terrain carbonifère. Bull. Inst. Géol. Rep. Mak., 3, Skopje 1952, p. 51—94.
51. — Région de Slepće du gisement de fer du terrain de Demir—Hissar. Bull. Inst. Géol. Rep. Mak., 3, Skopje 1952, p. 95—127.
52. Janković S.: Les recherches du Chromite à l'aide du Gravimètre dans le rêgion du massif de Ljuboten. Bull. Mus. Hist. Nat. Pays Serbe, Sér. A, 4, Beograd 1951, p. 183—195.
53. Jaranoff D.: Sur la géologie de la Macédoine occidentale. Bull. Inst. Géol. Mak., 1, Skopje 1947, p. 23—61.
54. — Les fossés du Drim Noir, deuxieme communication préliminaire sur la géologie des Dinarides albano-jugoslaves. Bull. Inst. Géol. Rep. Mak., 2, Skopje 1951, p. 25—26.
55. Jovanovic P. S.: Hidrografske osobine serpentina Skoplje. Godišnjak Skopskog Fil. Fak., Skoplje 1930.
56. Kamenoff B. G.: Carte géologique de la Bulgarie, 1 : 500 000. Edition de: Direction pour les Recherches Géologiques et Minières de la Bulgarie, Sofia 1947.
57. Kober L.: Die Bewegungsrichtung der alpinen Deckengebirge des Mittelmeeres. Pet. Mitt., Gotha 1914.
58. — Alpen und Dinariden. Geol. Rsch. V, 1914.
59. — Das östliche Tauernfenster. Dschr. Ak. Wsch. Wien, math.-nat. Kl. 98 (1922), Wien 1923.
60. — Die Großgliederung der Dinariden. Cbl. Min., B, 1929, p. 425.
61. — Beiträge zur Geologie von Attika. Sitz.-Ber. Ak. Wsch. Wien, math.-nat. Kl., Abt. I, 138, Wien 1929, und: Forsch. u. Fortschr. VI/1930.
62. — Grundgesetze des Bauplanes des alpinen Europa. Forsch. u. Fortschr. VI., 1930.
63. — Das alpine Europa und sein Rahmen. Borntraeger, Berlin 1931.
64. — Der geologische Aufbau Österreichs. Springer, Wien 1938.
65. — Leitlinien der Tektonik Jugoslaviens. Serb. Ak. Wsch., Sd.-Bd. CLXXXIX. Geolog. Inst. No. 3, Beograd 1952.
66. — Bau und Entstehung der Alpen, II. Aufl. Deuticke, Wien 1955.
67. Kockel C. W.: Die Grundzüge des Baues von Bulgarien. Zschr. D. Geol. Ges., 79. Mon.ber., 1927.
68. — Südosteuropa — eine geologische Einheit. Viertelj. Zschr. f. Südosteuropa, Jg. I, Leipzig 1937.
69. — Die wichtigeren deutschen Nachkriegsarbeiten über die Geologie Bulgariens. Geol. Rsch. 28, 1937.

70. Kollmann K.: Vorläufige Mitteilung über die Ergebnisse der geologischen Kartierung des Gebietes der unteren Crna Reka im Raume zwischen Mrzen und Gulište. Bull. Inst. Géol. Rep. Mak., 2, Skopje 1951, p. 63—96.

71. — Bericht über die geologische Feldarbeit im tertiären Nebenbecken der Markova Reka. Bull. Inst. Géol. Rep. Mak., 3, Skopje 1952, p. 25—50.

72. Kossmat F.: Die adriatische Umrandung in der alpinen Faltenregion. Mitt. Geol. Ges., Wien 1913, p. 61—165.

73. — Mitteilungen über den geologischen Bau von Mittelmazedonien. Ber. Sächs. Ak. Wsch., math.-phys. Kl., Bd. LXX, Leipzig 1918, p. 246—286.

74. — Die mediterranen Kettengebirge in ihrer Beziehung zum Gleichgewichtszustand der Erdrinde. Abh. Sächs. Ak. Wsch., math.-phys. Kl., 38. Bd./No. 2, Leipzig 1921.

75. — Die Beziehung des südosteuropäischen Gebirgsbaues zur Alpentektonik. Geol. Rsch. XV, 1921.

76. — Bemerkungen zur Entwicklung des Dinaridenproblems. Geol. Rsch. XV, 1921, p. 145.

77. — Geologie der zentralen Balkanhalbinsel. Die Kriegsschauplätze H. 12, Borntraeger, Berlin 1924.

78. Krebs N.: Der mazedonische Kriegsschauplatz. Geogr. Zschr., 22. Bd., Leipzig 1916, p. 126—139.

79. Ledebur K. H. v.: Stratigraphie und Tektonik Jugoslaviens zwischen Lim und Ibar. N. Jb. Min., Beil. Bd. 85, B, 1941, p. 463—506.

80. — Stratigraphie und Tektonik des Rudarski Basen Kičevo unter besonderer Berücksichtigung der Eisenerzvorkommen mit einer geolog. Strukturkarte 1 : 50 000. Bericht, Kičevo, 9. IV. 1954.

81. Lepsius R.: Geologie von Attika. Berlin 1893.

82. Leuchs K.: Aus Mazedonien. Mitt. geogr. Ges. XI, p. 276, München 1916.

83. — Der Bauplan von Anatolien. N. Jb. Min., B, 1943.

84. Loczy L. jun.: Geológiai Kutásaim Nyugatszerbiában. Földt. Szemle, 1. Bd., 1. H., Budapest 1921.

85. Luković M. T.: Histoire geologique et tectonique du Bassin de Skople. Bull. Soc. Scientifique de Skoplje, X, Sect. d. Sc. Nat. No. 4, 1931, p. 4—62.

86. — The geology of the Eastern Portion of the Crna Gora (Kara-Dagh). Bull. Serv. géol. Roy. Youg., VII., 1938.

87. Machatschek F.: Das Relief der Erde. Versuch einer regionalen Morphologie der Erdoberfläche. I. Band, II. Aufl. Borntraeger, Berlin 1955.

88. Malahovov A.: Communication préliminaire sur la géologie et la tectonique du Marovo Pole. Bull. Inst. Géol. Rep. Mak., 1, Skopje 1947.

89. Maric L.: Die petrographischen und geologischen Verhältnisse in der Umgebung von Prilep usw. Vesn. Geol. Inst. Kralj. Jugosl., VIII, Beograd 1940.

90. Marinos G.: Notes on the structure of Greek Marbles. Am. Journ. Sc. 246, 1948.

91. Marinos G. & Petraschek W. E.: Preliminary report on geological investigations of the metalliferous area of Laurion. Suboil Research Dept., Athen 1951.

91 a. Marković-Marjanović Jelena: Une contribution à la connaisance des sédiments et de la morphologie du basin de Prespa (Macédoine). — Rec. de trav. Inst. géol. „Jovan Zujović“, tome VIII, Beograd 1955, p. 51—87.

92. Medwenitsch W.: Beitrag zur Geologie des Unterengadiner Fensters (Tirol), im besonderen westlich des Inns von Prutz bis zum Pezidkamm. Skizzen zum Antlitz der Erde, Kober-Festschrift, Hollinek, Wien 1953, p. 168—192.
93. — Altes und Neues über makedonische Erzlagerstätten (Vortragsbericht). Mitt. Min. Ges. Nr. 116 (Tschm. Min. Petr. Mitt., Bd. 5, H. 4), Wien 1956, p. 418—425.
94. — Die tektonische Stellung der Pelagoniden im Raume der Dinariden (Vortragsbericht). Bg. Hm. Mon. H., 101. Jg., H. 2, Wien 1956, p. 27—29.
95. Meisser O.: Geophysikalische Anomalien in der Umgebung der Bleizinklagerstätten von Trepča. Geologie, Jg. 3, h. 6/7, Berlin 1954, p. 867—875.
96. Mihajlović J.: Régions seismihuesen Macédoine. Bull. Inst. Géol. Rep. Mak., 2, Skopje 1951, p. 13—15.
97. Mikinčić V.: Geološka karta FNR Jugoslavije, 1 : 500.000. Beograd 1953.
98. Naumann: Makedonien und seine Bahnlinie Saloniki—Monastir. München 1894.
98a. Neubauer W. H.: Der zyklische Magmatismus auf der Chaldike und seine Erzlagerstätten. Bg. Hm. Mon. H., 101. Jg./H. 8, Wien 1956, p. 164—169.
99. Neumayr, Bittner, Burgerstein, Teller: Überblick über die geologischen Verhältnisse Griechenlands. Dschr. Ak. Wsch., math.-nat. Kl., Wien 1878.
100. Nikitin W. & Klemen R.: Crossit aus Vodno bei Skopje. N. Jb. Min., Beil. Bd. 74, A, 1938.
101. Nopcsa F. v.: Zur Geologie von Nordalbanien. Jb. G. R. A., 55, Wien 1905, p. 87—152.
102. — Geologische Grundzüge der Dinariden. Geol. Rsch. 1921, 12. Bd., p. 1—20.
103. — Zur Tektonik der Dinariden. Zbl. Min. 1928, B, p. 434—438.
104. Nowack E.: Beiträge zur Geologie von Albanien I—IV. N. Jb. Min., Stuttgart 1922.
105. — Übersicht über die tektonische Entwicklung Albaniens. Geol. Rsch. XX, 1929.
106. — Geologische Karte von Albanien, 1 : 200 000. 1928.
107. — Geologische Übersicht von Albanien. Erl. z. geol. Karte, Innsbruck 1929.
108. Oestreich K.: Beiträge zur Geomorphologie von Mazedonien (m. geol. Karte). Abh. geogr. Ges. IV/1, Wien 1902.
109. — Mazedonien. Zschr. Ges. Erdkde, Berlin 1916, p. 1—29.
110. Oppenheim P.: Neue Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Balkanhalbinsel. Zschr. D. G. G., 58, 1906, p. 109.
111. Oswald K.: Das östliche Moglenagebirge und das Diabasgebiet von Djevgjeli. Die Kriegsschauplätze 1914—1918, Berlin 1925.
112. — Geologische Geschichte von Griechisch-Nordmakedonien. Mit 2 geol. Karten 1 : 300 000. Athen 1938.
113. Pavlovič P. S.: Prethodni izvestaj o oligocenu Velesa i Stipa u Macedoniji. Zap-Srp. Geol. Drustvar, Zbor. 97, fac. 4, Beograd 1902.
114. Pax F.: Die fossile Flora von Uesküb in Mazedonien. Bot. Jb., 57. Bd./H. 2, Leipzig 1921, p. 302—319.
115. Penck W.: Die tektonischen Grundzüge Westkleinasiens. Engelhorn, Stuttgart 1920.

116. Petković A.: Geološki odnosi Ljubotena i njegovog podnonozja. Geol. ann. Balk., VI/1, Beograd 1903.
117. Petković M.: Mikroskopski opic stena ca Ljubotena na Schari. Geol. ann. Balk., VI/1, Beograd 1903.
118. Petković K. V.: Geološka karta Jugoslavije, 1 : 1 000 000. Beograd 1930/31.
119. — Majdanpek und seine Umgebung — geologischer Bau und tektonische Verhältnisse. Mem. Serv. geol. Youg., VIII, Beograd 1933.
120. — Contribution à la connaissance de la craie supèrieure sur la bordure du bassin de Skpolje (Macedoine). Ac. Serbe sc., Rec. Trav. XXIII, Inst. Géol. No. 4, Beograd 1952, p. 17—19.
121. Petraschek W. E.: Die Erzlagerstätten Bulgariens. Jb. R. A. f. Bdfsch., Berlin 1942.
122. — Gebirgsbildung, Vulkanismus und Metallogenese in den Balkaniden und Südkarpathen. Fortschr. Geol. Pal., XIV, H. 47, Berlin 1942.
123. — Magmatismus und Metallogenese in Südosteuropa. Geol. Rsch. XLII, 1953, p. 128—142.
124. Petraschek W. E. & Marinos G.: Zur Geologie von Südattika. Skizzen zum Antlitz der Erde, Kober-Festschrift, Hollinek, Wien 1953, p. 52—59.
125. Petraschek W. E.: Zur Altersbestimmung einiger Serpentine in Griechenland und Kleinasien. Anz. Österr. Ak. Wsch., math.-nat. Kl., Jg. 1955/3, p. 29—34.
126. — Großtektonik und Erzverteilung im mediterranen Kettensystem. Sitz.-Ber. Österr. Ak. Wsch., math.-nat. Kl., Abt. I, 164. Bd., Wien 1955, p. 109—130.
127. Pilger A.: Die Stellung der dinarischen Schiefer-Hornstein-Formation. Cbl. Min., B, 1939.
128. — Magmatismus und Tektonik in den Dinariden Jugoslaviens. Cbl. Min., B, Jg. 1940, p. 257—261.
129. — Zur Entstehung der jugoslavischen Decken. Abh. Preuß. Ak. Wsch., math.-nat. Kl., No. 3, Berlin 1941.
130. — Die Stellung des innerdinarischen Troges im inneralpinen Orogen. N. Jb. Min., Beil. Bd. 86, B, 1942, p. 162—188.
131. Polić K., Jenko K. & Jojić D.: Bericht über die geologische Kartierung im weiteren Gebiet von Demir Kapia. Bull. Inst. Géol. Rep. Mak., 3, Skopje 1952.
132. Rekar C.: Über einige besondere Probleme der jugoslavischen Eisenindustrie. Bg. Hm. Mon. H., 99/11, Wien 1954, p. 208—219.
133. Renz C.: Die Geologie Griechenlands. I. Teil: Stratigraphische Untersuchungen im griechischen Mesozoikum und Paläozoikum. Jb. G. R. A. 60, Wien 1910, p. 422.
134. — Über den Gebirgsbau Griechenlands. Zschr. D. G. G., 64, Berlin 1912/13.
135. — Die Tektonik der griechischen Gebirge. Pragmateiai d. Akad. Athen, 8, 1940.
136. Renz C., Liatsikas N., Parasevaidis Il. and based on existing Data and Institue's work: Geologic map of Greece, 1 : 500 000. By the inst. f. geology and subsurface research, K. Zachos Director, Athens, Ministry of Coordination, 1954.
137. Roth v. Telegd K.: Beiträge zur Geologie von Albanien. Die Gebirgsgegend südlich von Prizren. Mag. Kir. Földt. Int. Evkönyve, XXIII/1, Budapest 1927.
138. Schlosser M.: Die Hipparionenfauna von Veles in Mazedonien. Abh. Bayr. Ak. Wsch., math.-phys. Kl. XXIX/4, München 1921, p. 3—55.

139. Schumacher F.: Die Lagerstätte der Trepča und ihre Umgebung. Verl. „Kultura", Beograd 1950.
140. Schumacher F., Stier K. & Pfalz R.: Magnetisch-tektonische Gesetzmäßigkeiten in der Verteilung der Erzlagerstätten der Balkan-Halbinsel unter besonderer Berücksichtigung der Wardarzone. Bull. Mus. Hist. Nat. Pays Serbe, Sér. A, 3, Beograd 1950, p. 194—206.
141. Schwinner R.: Dinariden und Alpen. Geol. Rsch. VI, Leipzig 1915, p. 1—22.
142. — Gebirgsbau und Erdmagnetismus auf der Balkanhalbinsel. Gerl. Beitr. z. Geophys., 39, H. 2/3, 1933.
143. Seidlitz W. v.: Diskordanz und Orogenese der Gebirge am Mittelmeer. Borntraeger, Berlin 1931.
144. Sikošek B. & Vuković L.: Sur le Trouvaille quelques-unes éspèces d'Actaeonella a calcaires senoniens près de Village Galište—Crna Reka. Bull. Inst. Géol. Rep. Mak., 2, Skopje 1951, p. 133—139.
145. Sindowski K. H.: Der geologische Bau von Attika. Ann. Geol. Pays. Hellen. 1949.
146. Steinmann G.: Die ophiolithischen Zonen in den mediterranen Kettengebirgen. C. R. Congr. intern. géol., Madrid 1927.
147. Stille H.: Magmato-tektonische Verhältnisse Bulgariens im Lichte allgemeinerer Erfahrungen. St. Bončev-Festschr., Zschr. Bulg. Geol. Ges. 1939, Sofia 1940.
148. Termier P.: Rapports tectoniques de l'Apennin, des Alpes et des Dinarides. Bull. Soc. Géol. France 1907, Ser. 4, T. 7, p. 422.
149. Tomić L.: Granitski Massiv kod Štipa. Glas. Srp. Kralj. akad., CXXXV., Beograd 1929.
150. Toula Fr.: Grundlinien der Geologie des westlichen Balkans. Dschr. Ak. Wsch., Wien 1881.
151. Toula F.: Geologische Übersichtskarte der Balkanhalbinsel. Jb. G. R. A., Wien 1882.
152. — Gegenwärtiger Stand der geologischen Erforschung der Balkanhalbinsel und des Orients. C. R. IX. Congr. géol. intern. Vienne 1903, Bd. I, p. 185—330.
153. Trikkalinos: Über die Schichtfolge und den Bau Attikas. Stille-Festschr., p. 303, Stuttgart 1936.
154. Viquesnels: Sur la Macedoine et l'Albanie. Bull. Soc. géol. France 1842—1843.
155. Welter O.: Über die Ergebnisse einer geologischen Kartierung im Mittleren Makedonien zwischen Ochrida und der Dudica von Goebel, Kuhse, Sommer, Spöttel, Welter und Willruth. Sitz.-Ber. Niederrhein. Ges. f. Nat. u. Heilkde., Bonn 13. I. 1919, 13. Bd./1, p. 7—12.
156. — Über eine neue Art von Haydenites aus Makedonien. N. Jb. Min., XLIX. Beil.-Bd., Stuttgart 1922, p. 590.
157. Wijkerslooth P. de: Die Chromerzprovinzen der Türkei und des Balkans und ihr Verhalten zur Großtektonik dieser Länder. Zschr. f. Lgstenfschg. d. Türkei, No. 1/26, 1942.
158. Winkler-Hermaden A.: Dinariden und Alpen. C. R. Congr. intern. géol., Madrid 1926.
159. — Die Bedeutung des Alpen-Dinaridenproblems für den Alpenbau. Jb. G. B. A., Wien 1927/28.
160. Wurm A.: Zur Geologie von Ostmazedonien. N. Jb. Min., 1922, p. 21—52.